สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ศักยภาพของสารสกัดพืชป่าต่อความคงตัวอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำที่สภาวะต่างๆ

Potential of wild plant extracts on stability of oil in water emulsion at various conditions

ผศ.ดร. วริพัสย์ อาริณ
นางสาว พรหทัย พุทธวัน

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

RCH
ว 329ร
2556

b 12756313
i

สจหมู่ 141500
เลขทะเบียน
รับ เดือน ปี 16 มิ.ย. 2559

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจาก เงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2556

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ชื่อโครงการ ศักยภาพของสารสกัดพืชป่าต่อความคงตัวอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำที่สภาวะต่างๆ

แหล่งเงิน เงินรายได้

ประจำปีงบประมาณ 2556 **จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน** 178,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1.5 ปี **ตั้งแต่** 1 ตุลาคม 2555 **ถึง** 31 มีนาคม 2557

หัวหน้าโครงการ ผศ. ดร. วริพัสย์ อารีกุล **และผู้ร่วมโครงการวิจัย** นางสาวพรหทัย พุทธวัน

คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด (TPC) ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu และความสามารถในการต้านออกซิเดชัน 4 วิธี ได้แก่ วิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl free radical scavenging activity (DPPH), Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) ,Ferric-reducing antioxidant power (FRAP) และ anti-Thiobarbituric-acid-reactive substance activity (anti TBARS) ของสารสกัดพืช 10 ชนิด พบว่า สารสกัดพืชทั้ง 10 ชนิดมีความแตกต่างของปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านออกซิเดชันอย่างมาก สารสกัดมันปลา (*Glochidion sphaerogymum*) มีปริมาณโพลีฟีนอลมากที่สุด ส่วนสารสกัดก่อข้าว (*Castemopsis inermid*) มีค่า DPPH, TEAC และ FRAP สูงที่สุด ส่วนสารสกัดเมี่ยงป่า (*Camellia sinensis*) ก่อข้าว และเดื่อว้า (*Ficus auriculata*) มีค่า anti TBARS มากที่สุดคือ นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ (r) ของ TEAC, DPPH และ FRAP มีค่าสูงเชิงบวกกับ TPC

การวิเคราะห์ศักยภาพในการกันหืนของสารสกัดพืชทั้ง 10 ชนิด ที่ความเข้มข้น 200 และ 500 พีพีเอ็ม ในอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (O/W) 10 และ 30 เปอร์เซนต์ที่เก็บที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 35 วัน แล้วติดตามการเกิดออกซิเดชันของน้ำมัน โดยวิธีต่างๆ 4 วิธี ได้แก่ Peroxide value (PV) , Thiobarbituric acid reactive substance (TBARS), Anisidine Value (*p*-AV) และ oil stability index (OSI) พบว่า ตัวอย่างที่ประกอบด้วยสารสกัดพืช 500 พีพีเอ็ม มีศักยภาพในการต้านหืนได้ดีกว่าที่ 200 พีพีเอ็ม นอกจากนี้ สารสกัดมันปลา และสารสกัดติ้วขาว (*Cratoxylum formosum*) มีศักยภาพสูงสุดในการต้านการหืนในอิมัลชัน 30 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ สารสกัดมันปลา และ สารสกัดกระโดน (*Caraya sphaerica*) มีศักภาพในการต้านการหืนดีที่สุดในอิมัลชัน 10 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าต่ำกว่าหรือเทียบเท่ากับทีบีเอชคิว ดังนั้นจึงคัดเลือกพืช 4 ชนิดมาศึกษาในขั้นตอนถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การประเมินผลของพีเอช (3-7) และอุณหภูมิ (25-45 °C) ต่อศักยภาพและความคงตัวของสารสกัดพืช พบว่า ที่พีเอช 3 สารสกัดพืชทุกชนิดไม่สามารถยับยั้งการหืนในอิมัลชันได้ ในขณะที่พีเอชที่สูงกว่า จะแสดงศักยภาพในการยับยั้งการหืนได้ใกล้เคียงกับทีบีเอชคิว การเพิ่มอุณหภูมิในการเก็บรักษามีอิทธิพลต่อการเร่งการเกิดออกซิเดชันของไขมัน และลงความคงตัวของสารสกัดพืช ผลการวิเคราะห์ทางเคมีรวมถึง ความเข้มข้นของเฮซานอล บ่งบอกถึง อิมัลชัน 10 เปอร์เซ็นต์ที่เติมสารสกัดมันปลาและกระโดนมีศักยภาพมากกว่าอิมัลชัน 30 เปอร์เซ็นต์ที่เติมสารสกัดพืช

คำสำคัญ : สารสกัดพืช ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด ความสามารถในการต้านออกซิเดชัน อิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ ออกซิเดชัน

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Research Title: Potential of wild plant extracts on stability of oil in water emulsion at various conditions

Researcher : Prof. Dr. Varipat Areekul and Miss Pornhathai Putthawan

Faculty : Agro-Industry **Department** Food Science

ABSTRACT

The total phenolic content and antioxidant activities of 10 Thai plant extracts were examined. Total phenolic content (TPC) was measured by Folin-Ciocalteau method while 4 different assays; 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) free radical scavenging activity, Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC), Ferric-reducing antioxidant power (FRAP), and anti Thiobarbituric-acid-reactive substance activity (anti-TBARS) were applied to determined their antioxidant activities. Ten Plant extracts showed large variations in TPC and antioxidant activities. The results showed that *Glochidion sphaerogymum* extract had the highest of TPC and TEAC. The extract of *Castanopsis inermis* exhibited the highest DPPH and FRAP In addition, there are 3 plant extracts; *Camellia sinensis*,*C. inermis* and *Ficus auriculata* extracts exhibited the highest in TBARS values. Moreover, DPPH, TEAC and FRAP had the good correlation coefficient (r) with TPC.

Ten plant extracts at 2 different concentrations (200 and 500 ppm) in oil in water emulsion both 10 and 30 percentage of soybean oil were evaluated for theire anti-rancidity potential during storage at 35°C for 35 days. The lipid oxidation was monitored by 4 methods including peroxide value (PV), thiobarbuturic acid reactive substances (TBARS), anisidine value (*p*-AV) and oil stability index (OSI). All samples of both emulsions with 500 ppm extracts showed better anti-rancidity than those with 200 ppm. Moreover, two plant extracts; *G. sphaerogymum* and *Cratoxylum formosum* extracts in 30% emulsion exhibited the highest of anti- rancidity whereas *G. sphaerogymum* and *Caraya sphaerica* extracts showed the same activity in 10% emulsion which exhibited lower value or similar TBHQ. Therefore, 4 plants extracts were selected for next experiment.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

The effect of various pH (3,- 7) and temperature (25 -45 °C) of those plant extracts on their potential and stability was evaluated. At pH 3, all plants extracts were unsuccessful exhibiting anti-rancidity potential in emulsion compared with control while the higher pH values of emulsion showed a good anti-rancidity closed to TBHQ. Increasing storage temperatures influenced on accelerating lipid oxidation and decrelerating plant extract stability. Results from chemical analysis including hexanal concentration indicated that the *G. sphaerogymum* and *C. sphaerica* extract added in 10% emulsion showed better anti rancidity potential than those in 30% emulsion.

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Keywords: Plant extracts, total phenolic content, antioxidant activities, oil in water emulsion, oxidation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับการอนุเคราะห์และสนับสนุนจากหลายฝ่ายตลอดมา ทางผู้วิจัยขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์ และเจ้าหน้าที่ของคณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ให้คำปรึกษาด้านวิธีการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ ให้บริการอุปกรณ์และเครื่องมือตลอดการทำวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากเงินรายได้ คณะอุตสาหกรรมเกษตร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

ผศ.ดร.วริพัสย์ อารีกุล

นางสาวพรหทัย พุทธวัน

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	iii
กิตติกรรมประกาศ	v
สารบัญ	vi
สารบัญตาราง	viii
สารบัญภาพ	x
บทที่1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 กรอบแนวความคิดในการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 น้ำมันถั่วเหลือง	5
2.2 อิมัลชัน (Emulsions)	6
2.3 กลไกการเกิดออกซิเดชันของไขมันและอิมัลชัน (Lipid oxidation in emulsion)	7
2.4 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำมัน	9
2.5 วัตถุกันหืน	11
2.6 พืชท้องถิ่นและสมบัติการเป็นสารต้านออกซิเดชัน	15
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	16
3.1 วัตถุดิบ	16
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์	21
3.3 วิธีการทดลอง	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง..... 30

4.1 ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากพืช..... 30

4.2 ความเป็นไปได้ในการใช้สารสกัดพืชในการต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของอิมัลชัน.... 35

4.3 ผลของพีเอชและอุณหภูมิต่อการต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของอิมัลชันของสารสกัดพืชที่คัดเลือก..... 53

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง..... 74

บทที่ 6 สรุปผลผลิตงานวิจัย..... 75

6.1 สรุปรายชื่อและรายละเอียดผลผลิตงานวิจัยที่ผลิตได้และที่อยู่ระหว่างดำเนินการ 75

บรรณานุกรม..... 76

ภาคผนวก..... 87

ภาคผนวก ก..... 88

ภาคผนวก ข..... 89

ภาคผนวก ค..... 92

ภาคผนวก ง..... 93

ประวัตินักวิจัย 107

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use. Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดพืช..... 30
4.2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากพืช.....35
4.3 ค่าเปอร์ออกไซด์ (PV) ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 200 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา.....36
4.4 ค่า TBARS ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 200 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา.....38
4.5 ค่า p-AV ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 200 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา.....40
4.6 ค่าเปอร์ออกไซด์ (PV) ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 500 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา.....42
4.7 ค่า TBARS ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 500 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา.....43
4.8 ค่า p-AV ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 500 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา.....44
4.9 ค่า PV ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 200 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา.....46
4.10 ค่า TBARS ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 200 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา.....47
4.11 ค่า p-AV ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 200 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา.....48
4.12 ค่า PV ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 500 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา.....50
4.13 ค่า TBARS ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 500 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา.....51
4.14 ค่า p-AV ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 500 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา.....52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.15 ค่า Totox ของตัวอย่างอิมัลชัน 30 เปอร์เซนต์ที่พีเอชต่างๆ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส..... 60

4.16 ค่า Totox ของตัวอย่างอิมัลชัน 30 เปอร์เซนต์ที่พีเอชต่างๆ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส..... 61

4.17 ค่า Totox ของตัวอย่างอิมัลชัน 30 เปอร์เซนต์ที่พีเอชต่างๆ ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส..... 62

4.18 ปริมาณ Hexanal ของตัวอย่างอิมัลชัน วันที่ 0 ของอิมัลชัน 30 เปอร์เซนต์ 62

4.19 ปริมาณ Hexanal ของตัวอย่างอิมัลชัน วันที่ 63 (วันสุดท้ายของการเก็บ) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ของอิมัลชัน 30 เปอร์เซนต์..... 63

4.20 ปริมาณ Hexanal ของตัวอย่างอิมัลชัน วันที่ 49 (วันสุดท้ายของการเก็บ) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ของอิมัลชัน 30 เปอร์เซนต์..... 63

4.21 ปริมาณ Hexanal ของตัวอย่างอิมัลชัน วันที่ 35 (วันสุดท้ายของการเก็บ) ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ของอิมัลชัน 30 เปอร์เซนต์..... 63

4.22 ค่า Totox ของตัวอย่างอิมัลชัน 10 เปอร์เซนต์ พีเอช 3 5 และ 7 เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 63 วัน.....70

4.23 ค่า Totox ของตัวอย่างอิมัลชัน 10 เปอร์เซนต์ พีเอช 3 5 และ 7 เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 49 วัน.....71

4.24 ค่า Totox ของตัวอย่างอิมัลชัน 10 เปอร์เซนต์ พีเอช 3 5 และ 7 เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 35 วัน.....72

4.25 ปริมาณ Hexanal ของตัวอย่างอิมัลชัน วันที่ 0 ของอิมัลชัน 10 เปอร์เซนต์.....73

4.26 ปริมาณ Hexanal ของตัวอย่างอิมัลชัน วันที่ 63 (วันสุดท้ายของการเก็บ) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ของอิมัลชัน 10 เปอร์เซนต์.....73

4.27 ปริมาณ Hexanal ของตัวอย่างอิมัลชัน วันที่ 49 (วันสุดท้ายของการเก็บ) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ของอิมัลชัน 10 เปอร์เซนต์.....73

4.28 ปริมาณ Hexanal ของตัวอย่างอิมัลชัน วันที่ 35 (วันสุดท้ายของการเก็บ) ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ของอิมัลชัน 10 เปอร์เซนต์.....73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

4.1 การเปลี่ยนแปลงของค่า induction time ของอิมัลชันที่เติมสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้น 200 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา..... 41

4.2 ค่า Induction time (h) ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 500 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา 0 และ 35 วัน.....44

4.3 ค่า Induction time (h) ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 200 และ 500 พีพีเอ็ม ที่เก็บรักษาไว้ 35 วัน.....45

4.4 ค่า Induction time (h) ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 200 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา 0 และ 35 วัน.....49

4.5 ค่า Induction time (h) ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 200 และ 500 พีพีเอ็ม ที่เก็บรักษาไว้ 35 วัน.....53

4.6 ค่า Induction time (h) ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 200 และ 500 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา 0 และ 35 วัน..... 53

4.7 ผลของ พีเอช ต่อการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ (PV) ในอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30% ที่อุณหภูมิ 55

4.8 ผลของพีเอช ต่อการเปลี่ยนแปลงค่า TBARS ในอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30% ที่อุณหภูมิ 25(a), 35 (b) และ 45 (c) องศาเซลเซียส..... 57

ผลของพีเอช ต่อการเปลี่ยนแปลงค่า p-AV ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30% ที่อุณหภูมิ 25(a), 35 (b) และ 45 (c) องศาเซลเซียส..... 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

รายงานทางวิชาการทั้งในและต่างประเทศ ได้ระบุศักยภาพในการต้านออกซิเดชันของสารสกัดพืชชนิดต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นพืชเศรษฐกิจ เครื่องเทศ สมุนไพร พืชอาหาร พืชที่เป็นยารักษาโรค พืชพื้นเมือง รวมทั้งพืชป่า และมักมุ่งเน้นการทดลองหาศักยภาพของสารสกัดทั้งในหลอดทดลองและระบบชีวภาพเป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ดี การค้นหาพืชที่มีศักยภาพสูงชนิดใหม่ๆ เพื่อนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารยังคงมีความจำเป็น เนื่องจากแนวโน้มความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน ที่ต้องการลดปริมาณการใช้สารเคมีสังเคราะห์ในผลิตภัณฑ์ที่มีรายงานว่าก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพ อันเป็นเหตุให้นักวิทยาศาสตร์ให้ความสนใจในการศึกษาสารพฤกษะเคมีในพืชท้องถิ่นเพิ่มมากขึ้น รวมถึงการนำองค์ความรู้ที่มีอยู่ไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ เช่น การใช้ประโยชน์จากความสามารถในการต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและวิตามิน เป็นต้น

อาหารส่วนใหญ่อยู่ในรูปของอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำที่มีสัดส่วนของไขมันที่แตกต่างกัน เช่น นม ซุป น้ำมันสลัด มายองเนส ซอส เครื่องดื่ม และขนมหวานชนิดต่างๆ เป็นต้น (McClements, 2005) ไขมันที่เป็นองค์ประกอบเหล่านี้สามารถเกิดการเหม็นหืนได้ง่าย โดยเฉพาะ การใช้น้ำมันจากพืชที่มีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง จะเกิดการเหม็นหืนเร็วกว่าน้ำมันจากพืชที่มีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวต่ำกว่า หรือประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัว การประยุกต์ใช้สารกันหืนตามธรรมชาติเพื่อทดแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์ในผลิตภัณฑ์อาหารจะสามารถยืดอายุการเก็บรักษา และสารพฤกษเคมีพืชยังส่งเสริมให้อาหารที่เติมสารสกัดจากพืชเหล่านี้ มีคุณประโยชน์ต่อสุขภาพเชิงฟังก์ชันมากขึ้น และเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน

มูลนิธิโครงการหลวงได้เริ่มวิจัย พัฒนา และผลิตพืชพื้นบ้านที่ชาวเขาใช้ประโยชน์ มาเป็นพืชเศรษฐกิจ เพื่อนำออกจำหน่ายทั้งในรูปของอาหาร เภสัชกรรมและการเกษตร อันเป็นส่วนหนึ่งของโครงการตามพระราชดำริฯ ที่ทำการวิจัยและพัฒนาเพื่อเป็นการส่งเสริมอาชีพให้กับชาวเขา การประยุกต์ใช้องค์ความรู้พื้นฐานเชิงวิชาการทางด้านสมบัติบางประการในอุตสาหกรรมอาหารจึงมีความสำคัญในการพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้ เนื่องจากพืชเหล่านี้มีความแตกต่างทางด้านสายพันธุ์ ลักษณะดิน ลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศ ที่มีผลต่อความแตกต่างในองค์ประกอบทางเคมีของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ในแต่ละท้องถิ่น ที่ทำให้อาจมีความจำเพาะของคุณลักษณะบางประการที่แตกต่างกันในพืชแต่ละชนิดอีกด้วย

งานวิจัยในโครงการนี้ จึงมีความสำคัญในการนำข้อมูลพื้นฐานของการประเมินชีวกิจกรรมของพืชด้านการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมาทดสอบความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้เพื่อเป็นสารกันหืนตามธรรมชาติในอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำที่สภาวะต่างๆ อันเป็นการสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบันที่หันมาบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ รวมทั้ง ข้อมูลที่ได้นี้สามารถไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์และส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากพืชให้คุ้มค่า นอกจากนี้ยังอาจทำให้เกิดพืชเศรษฐกิจใหม่ๆ ที่สามารถส่งเสริมการเพาะปลูก ทำให้เกิดรายได้ให้กับชุมชนในท้องถิ่น เป็นการแก้ปัญหาความยากจนได้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 ศึกษาปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด และความสามารถของสารสกัดจากพืชในการต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยวิธีการต่างๆ

1.2.2 ศึกษาผลของการใช้สารสกัดจากพืชในการต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำ

1.2.3 ศึกษาผลของพีเอชและอุณหภูมิต่อการต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของอิมัลชันของสารสกัดพืชที่คัดเลือก

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นในการวิจัยพืชท้องถิ่นและพืชป่าที่เป็นพืชอาหาร จำนวน 10 ชนิด โดยแบ่งงานออกเป็น 3 ส่วน โดยส่วนที่ 1 นำสารสกัดจากพืชมาวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านออกซิเดชันด้วยวิธีต่างๆ จำนวน 5 วิธี จากนั้นส่วนที่ 2 เป็นการศึกษาผลของการใช้สารสกัดจากพืชที่ความเข้มข้นอย่างละ 2 ระดับ ในการชะลอปฏิกิริยาออกซิเดชันของอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำ 2 ประเภท บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เพื่อคัดเลือกพืชอย่างน้อย 2 ชนิด ในส่วนที่ 3 เป็นการศึกษาผลของพีเอช และอุณหภูมิต่างๆ (อย่างละ 3 ระดับ) ในการชะลอปฏิกิริยาออกซิเดชันของอิมัลชันของสารสกัดพืชที่คัดเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันไม่อิ่มตัว เป็นสาเหตุสำคัญของการเสื่อมคุณภาพของอาหารเกือบทุกชนิด ส่งผลให้อาหารมีกลิ่นรสไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค มีคุณค่าทางอาหารลดลง รวมถึงก่อให้เกิดสารประกอบที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค นอกจากนี้ปฏิกิริยาออกซิเดชันยังส่งผลต่อคุณค่าทางโภชนาการ เช่น วิตามิน และสเตอรอล (Kubow, 1992) การป้องกันหรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมันจึงนิยมเติมสารกันหืนทั้งสารสังเคราะห์และสารจากธรรมชาติ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตามกระแสการบริโภคในปัจจุบัน ไม่นิยมการใช้สารกันเสีย สารกันหืน หรือสารเติมแต่งอาหาร ที่สังเคราะห์ขึ้นในผลิตภัณฑ์อาหาร อุตสาหกรรมอาหารจึงได้หันมาสนใจประสิทธิภาพของสารต้านออกซิเดชันธรรมชาติที่พบในอาหารเพื่อชะลอการหืนของน้ำมัน ซึ่งสารสกัดจากพืชประกอบด้วยสารพฤกษเคมี (phytochemicals) ต่างๆ เช่น สารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ เป็นต้น สารเหล่านี้มีสมบัติที่ดีในการต้านอนุมูลอิสระ และสามารถต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้ จึงจัดเป็นแหล่งเป็นสารประกอบจากธรรมชาติที่กำลังได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง และมีรายงานทางวิชาการมากมายระบุถึงบทบาทสำคัญในการยับยั้ง ป้องกัน และรักษาโรคหลายชนิดในมนุษย์ เช่น โรคมะเร็ง โรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน โรคหัวใจ และอื่นๆ ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้ในการใช้พืชหรือสารสกัดจากพืชในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน นอกจากนี้ยังเป็นการค้นหาพืชที่มีศักยภาพสูงชนิดใหม่ๆ เพื่อนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารอาจทำให้เกิดพืชเศรษฐกิจใหม่ๆ ที่สามารถส่งเสริมการเพาะปลูก ทำให้เกิดรายได้ให้กับชุมชนในท้องถิ่นและประเทศชาติได้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เป็นการวิจัยประยุกต์ที่จะได้องค์ความรู้เรื่องความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในพืชท้องถิ่นที่บริโภคได้ และ ตีพิมพ์วารสารทางวิชาการรวมถึงงานประชุมวิชาการ

1.5.2 เป็นการประยุกต์ใช้องค์ความรู้เรื่องความสามารถในการชะลอต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของพืชท้องถิ่นที่บริโภคได้ในแบบจำลองอาหารประเภทอิมัลชันชนิดไขมันในน้ำ ในการประเมินผลิตภัณฑ์อาหารที่เหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษา

1.5.3 เป็นข้อมูลให้แก่พื้นฐานให้แก่มูลนิธิโครงการหลวงในการพัฒนาหาแนวทางในการส่งเสริมการเพาะปลูกและขยายพันธุ์พืชพื้นเมืองที่มีศักยภาพสูงให้เป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศ

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สามารถเพิ่มรายได้ให้ชาวเขากลุ่มต่างๆ ชาวบ้านพื้นล่าง และเกษตรกร รวมทั้งส่งเสริมการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้ยั่งยืน

1.5.4 เพื่อสร้างบัณฑิตรุ่นใหม่ที่มีความสามารถในการวิจัยที่จะพัฒนาเป็นนักวิจัยรุ่นใหม่ทางด้านคุณค่าของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของพืชท้องถิ่นที่บริโภคในประเทศไทย บุคลากรหรือผู้เชี่ยวชาญที่สร้างขึ้นสามารถจะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับงานวิจัยและพัฒนาประเภทอื่นๆ ที่เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นต่อไป อันจะเป็นประโยชน์โดยรวมกับการพัฒนาประเทศ

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 น้ำมันถั่วเหลือง

น้ำมันถั่วเหลือง เป็นน้ำมันที่ผลิตเป็นอันดับสองของโลกรองจากน้ำมันปาล์ม (Gunstone, 2011) ได้จากการสกัดเมล็ดถั่วเหลือง โดยวิธีการบีบ (pressing) หรือใช้ตัวทำละลายทำให้ได้เป็นน้ำมันดิบ (crude oil) ซึ่งมีองค์ประกอบหลักได้แก่ ไตร-, ได-, และโมโน- เอซิลกลีเซอรอล กรดไขมันอิสระ และฟอสโฟลิปิด นอกจากนี้ยังพบ องค์ประกอบรอง ได้แก่ ไฟโตสเตอรอล โทโคฟีรอล และไฮโดรคาร์บอน เมื่อน้ำมันดิบผ่านการทำให้บริสุทธิ์ ดังนั้นน้ำมันที่จำหน่ายในท้องตลาดขึงมีองค์ประกอบรองเหล่านี้ลดลง (Wang, 2011) โดยในขั้นตอนการ degumming หรือขั้นตอนการล้างน้ำมันด้วยน้ำ จะทำให้ได้เลซิทินซึ่งมีสมบัติเป็นวัตถุกันหืนตามธรรมชาติแยกออกไปด้วย ส่วนในขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ หรือ รีไฟน์ (refining) จะแยกพวกกรดไขมันอิสระและสารปนเปื้อนที่ไม่ละลายในไขมันออก และการรีไฟน์ด้วยไอน้ำจะเกิดการสูญเสียวิตามินอีด้วย (นิธิยา, 2548)

น้ำมันถั่วเหลืองประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงถึง 74-89 เปอร์เซนต์ เช่น กรดโอเลอิค 20-50 เปอร์เซนต์ กรดนิโนเลอิค 43-56 เปอร์เซนต์ และกรดลิโนเลนิค 5-11 เปอร์เซนต์ เป็นต้น การที่น้ำมันถั่วเหลืองมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบสูง จึงเป็นเหตุให้น้ำมันถั่วเหลืองเกิดออโตออกซิเดชันและกลิ่นหืนได้ง่าย (นิธิยา, 2548) อย่างไรก็ตาม กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวเหล่านี้มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เนื่องจากเป็นตัวทำละลาย และช่วยในการดูดซึมวิตามินบางชนิด อีกทั้งยังช่วยลดระดับคลอเรสเทอรอล ในปัจจุบัน อุตสาหกรรมอาหารนิยมใช้น้ำมันถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลักในผลิตภัณฑ์มายองเนส และน้ำมันสลัดชนิดต่างๆ และผู้บริโภคยังนิยมใช้น้ำมันถั่วเหลืองในการทอดอาหารมากขึ้น เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าน้ำมันชนิดอื่น แต่เนื่องจากความร้อนและอากาศส่งผลทำให้กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่าย จึงส่งผลให้เกิดกลิ่นที่ผิดปกติในน้ำมัน จึงควรใช้น้ำมันถั่วเหลืองสำหรับผัดอาหารหรือปรุงอาหารที่ใช้เวลาสั้นมากกว่าการทอดอาหารที่ใช้เวลานาน (ธารดาว, 2546; นิธิยา, 2548) และเพื่อเป็นการป้องกันการเปลี่ยนแปลงจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมัน ผู้ผลิตจึงนิยมเติมสารกันหืนสังเคราะห์ เช่น บิวทิลเลตไฮดรอกซีโทลูอีน (บีเอชที) บิวทิลเลตไฮดรอกซีอนิซอล (บีเอชเอ) และโพรพิลแกลเลท (ศิวาพร, 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2 **อิมัลชัน** (Emulsions)

อิมัลชันเป็นระบบการกระจายตัวของของเหลวที่ต่างกัน 2 ชนิดหรือมากกว่า ที่ไม่สามารถรวมเป็นเนื้อเดียวกัน (McClements, 2000) อิมัลชันอาจแบ่งออก 2 ประเภท (Dickinson, 2003) คือ อิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (oil in water (O/W)) เป็นระบบอิมัลชันที่วัฏภาคต่อเนื่อง (continuous phase) เป็นน้ำ และวัฏภาคกระจายตัว (disperse phase) เป็นหยดน้ำมัน อาหารที่มีระบบอิมัลชันแบบนี้ ได้แก่ มายองเนส และนม เป็นต้น ส่วนประเภทที่ 2 ได้แก่ อิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน (water in oil, W/O) โดยน้ำมันเป็นวัฏภาคต่อเนื่อง และน้ำเป็นวัฏภาคกระจายตัว ได้แก่ตัวอย่างอาหารประเภท เนย และมาร์การีน เป็นต้น

ในที่นี้ขอกล่าวถึงระบบอิมัลชันแบบน้ำมันในน้ำเท่านั้น การเกิดอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำนั้น ต้องมีสารอิมัลซิไฟเออร์ที่ละลายได้ทั้งในน้ำและน้ำมันช่วยในการเกิดอิมัลชันดังกล่าว โดยสารอิมัลซิไฟเออร์นี้เกิดปฏิกิริยาที่ผิวร่วมระหว่างน้ำและน้ำมัน ทำให้หยดน้ำมันกระจายตัวอยู่ในน้ำได้ สารอิมัลซิไฟเออร์ได้แก่ โมโนกลีเซอร์ไรด์ เลซิติน และโปรตีน เป็นต้น นอกจากนี้การรักษาความคงตัวของอิมัลชันในระยะยาวนั้นอาจต้องใช้สารที่ทำให้เกิดความคงตัวในอาหารร่วมด้วย โดยสารที่ทำให้เกิดความคงตัวในอาหารส่วนใหญ่เป็นสารโพลีเมอร์ทางชีวภาพเช่น โปรตีน และโพลีแซคคาไรด์ เป็นต้น โปรตีนเกิดการยึดจับที่ผิวร่วมระหว่างน้ำมันและน้ำเนื่องจากโมเลกุลของโปรตีนมีส่วนที่ไม่มีขั้วและส่วนที่มีขั้ว ดังนั้นโมเลกุลโปรตีนจึงละลายได้ในน้ำมันและน้ำตามลำดับ ในขณะเดียวกันโปรตีนก็ให้สมบัติทางด้านความหนืดและหรือสมบัติการเกิดเจล ซึ่งสมบัติดังกล่าวทำให้หยดน้ำมันเคลื่อนที่มาเจอกันช้าลง เกิดความคงตัวของระบบอิมัลชัน โพลีแซคคาไรด์ให้ความคงตัวของอาหารในรูปแบบของความหนืดหรือการเกิดเจลในวัฏภาคต่อเนื่อง หรืออาจใช้ทั้งโปรตีนและโพลีแซคคาไรด์ร่วมกันเพื่อรักษาความคงตัวของอิมัลชัน โดยอาจทำให้เกิดสารเชิงซ้อนของโปรตีนและโพลีแซคคาไรด์ก็ได้ (Dickinson, 2003)

อย่างไรก็ตาม อิมัลชันเป็นระบบที่ไม่คงตัว หรืออาจคงตัวที่ช่วงเวลาหนึ่ง จึงพบการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ โดยเฉพาะการแยกชั้นระหว่างน้ำกับน้ำมัน สาเหตุของความไม่คงตัวของอิมัลชันในเชิงเทอร์โมไดนามิคนั้น เกี่ยวข้องกับบริเวณผิวสัมผัสระหว่างน้ำมันและโมเลกุลของน้ำมีแรงตึงผิว (Interfacial tension) ที่ทำให้ไม่สามารถละลายรวมกันได้ และน้ำมันมีค่าความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำจึงทำให้น้ำมันลอยขึ้นสู่ด้านบนผิวหน้าของน้ำ (McClements, 2000)

การสูญเสียความคงตัวของอิมัลชันเกิดเนื่องจากปัจจัยทางกายภาพมีลักษณะ (Dickinson, 2003) ดังนี้ การเกิดการแยกชั้นของน้ำมันเป็นครีมอยู่ด้านบนของ ๆ เหลว (creaming) และ การตกตะกอนของน้ำมันเมื่ออยู่ในระบบที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า (sedimentation) การสูญเสียความคงตัวของอิมัลชันทั้ง 2 แบบ ดังกล่าวเกิดเนื่องจากแรงโน้มถ่วง นอกจากนี้ยังมีการสูญเสียความคงตัวของอิมัลชันโดยการหลอม รวมตัวของอนุภาค (coalescence) และการเกาะกลุ่มกันของอนุภาคที่กระจาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตัว (flocculation) ซึ่งทั้ง 2 แบบนี้เป็นการสูญเสียความคงตัวเนื่องจากเกิดการรวมมวลของหยดน้ำมัน (droplet aggregation)

นอกจากนี้ ยังพบการเสื่อมเสียทางเคมีอีกด้วย เนื่องจากอิมัลชันเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบ ดังนั้นจึงเกิดการเสื่อมเสียจากปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่าย โดยกลไกที่สำคัญของการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันในอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำ เกิดจากสารโปร- ออกซิเดนซ์ (prooxidants) เช่น โลหะ เป็นต้น จะเร่งปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชัน ส่งผลให้เกิดสารระเหยที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก ที่เป็นสาเหตุของกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ (Nawar, 1996) นอกจากนี้อนุมูลอิสระหรือสารที่ได้จากกลไกการเกิดออกซิเดชันในเซลล์ต่าง ๆ ยังมีบทบาทในการทำให้เกิดโรคต่าง ๆ มากมาย ได้แก่ โรคมะเร็ง โรคพาร์กินสัน โรคสมองฝ่อ โรคไขข้ออักเสบ การอุดตันของหลอดเลือด ซึ่งอาจนำมาของโรคหัวใจและโรคที่เกิดจากเซลล์หรือเนื้อเยื่อในร่างกายต่อต้านกันเอง (autoimmune) และมีส่วนร่วมในกระบวนการเกิดความชรา (ชนินันท์,2551)

2.3 กลไกการเกิดออกซิเดชันของไขมันและอิมัลชัน (Lipid oxidation in emulsion)

ปฏิกิริยาออกซิเดชันเป็นปฏิกิริยาที่พบบ่อยที่สุดในอาหารประเภทน้ำมันและไขมัน รวมถึงอาหารที่มีน้ำมันและไขมันเป็นองค์ประกอบ (ศิวาพร, 2546) การเกิดออกซิเดชันของน้ำมันเป็นปฏิกิริยาระหว่างออกซิเจนกับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวอิสระ หรือกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในในโมเลกุลของไตรกลีเซอร์ไรด์ของไขมันหรืออาหารที่มีส่วนประกอบของไขมัน ทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพ (deterioration) มีกลิ่นรสไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และอาจก่อให้เกิดอันตรายในการบริโภค อัตราเร็วของปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระอย่างต่อเนื่อง (ศศิเกษม และ พรรณี, 2530) กลไกการเกิดออกซิเดชันแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน (Fereidoon and Udaya 2008) ดังนี้

1) ขั้นเริ่มต้น (Initiation) เป็นขั้นตอนการเกิดอนุมูลอิสระ

ปฏิกิริยาเริ่มต้นจากการสูญเสียไฮโดรเจนอะตอมของกรดไขมัน (RH) ทำให้เกิดเป็นอนุมูลอัลคิล (alkyl free radical, R•) โดยอนุมูลอัลคิลอาจเกิดจากการเร่งของ แสง อุณหภูมิ หรืออนุมูลของโลหะ

$$RH \longrightarrow R\bullet + H\bullet$$

2) ขั้นเพิ่มจำนวน (Propagation) เป็นปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระอย่างต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อนุมูลอิสระทำปฏิกิริยากับออกซิเจน เกิดเป็นอนุมูลเพอออกซี (peroxy free radical, ROO•) ที่ไม่คงตัว ซึ่งอาจรวมตัวกับไฮโดรเจนอะตอมจากกรดไขมันอื่นเกิดเป็นไฮโดรเปอร์ออกไซด์ อนุมูลที่เกิดขึ้นจะเกิดออกซิเดชันและก่อให้เกิดปฏิกิริยาแบบต่อเนื่อง

$$R\bullet + O_2 \longrightarrow ROO\bullet$$

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

3) ขั้นยุติ (Termination) เป็นปฏิกิริยาสุดท้ายที่ทำให้เกิดสารที่ไม่เป็นอนุมูล

เมื่อมีอนุมูลอิสระจำนวนมากและมาทำปฏิกิริยากันเองจะเกิดเป็นสารประกอบใหม่ที่ไม่ใช่อนุมูลอิสระและมีความคงตัว ซึ่งจะส่งผลให้ปฏิกิริยาต่อเนื่องยุติลงได้ ตัวอย่างเช่น

$$R\bullet + R\bullet \longrightarrow R\text{-}R$$

$$ROO\bullet + ROO\bullet \longrightarrow ROOR + O_2$$

$$ROO\bullet + R\bullet \longrightarrow ROOR$$

เนื่องจากอิมัลชันเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบ ดังนั้นจึงจะเกิดการเสื่อมเสียได้ง่ายจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยกลไกที่สำคัญของการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันในอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำเกิดขึ้นจากโปรออกซิแดนซ์ เช่น โลหะ เป็นต้น จะเร่งปฏิกิริยาการเกิดลิปิดไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (lipid hydroperoxide) ซึ่งนำไปสู่การเกิดอนุมูลอิสระเปอร์ออกซิล (peroxyl radical) และ อัลออกซิล (alkoxyl radical) อนุมูลอิสระเหล่านี้จะเร่งการสลายโมเลกุลของไขมัน ส่งผลให้เกิดสารระเหยที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก ที่เป็นสาเหตุของกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ (Nawar, 1996) โดยกลไกการเกิดออกซิเดชันของอิมัลชันมีดังนี้ (Mcclement and Decker, 2000)

$$Fe^{3+} + ROOH \longrightarrow ROO' + H^+$$

$$Fe^{2+} + ROOH \longrightarrow Fe^{3+} + RO' + OH^-$$

$$ROO' + LH \longrightarrow ROOH + L$$

$$RO' + LH \longrightarrow ROH + L$$

$$L' + O_2 \longrightarrow LOO'$$

$$LOO' + LH \longrightarrow LOOH + L'$$

$$LOO' + LOO' \longrightarrow \text{non-radical product}$$

ดังนั้น การเติมสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันที่สามารถทำลายอนุมูลอิสระจะเป็นกลไกที่สำคัญและมีประสิทธิภาพสูงในการรบกวนหรือต่อต้านการเกิดอนุมูลอิสระในปฏิกิริยา propagation ซึ่งเป็นขั้นตอนเริ่มต้นของปฏิกิริยาออกซิเดชันในอาหาร (Halliwell, 1990) ซึ่งความสามารถของสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ต้านออกซิเดชันในการทำลายอนุมูลอิสระนั้น นอกเหนือจากโครงสร้างทางเคมีแล้ว ยังขึ้นกับปัจจัยภายนอกอื่นๆ เช่น ตำแหน่ง (physical location) อันตรกิริยากับสารประกอบอื่นๆ และสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ และ พีเอช เป็นต้น (Sasaki et al., 2009) ตามทฤษฎี antioxidant polar paradox hypothesis กล่าวไว้ว่าประสิทธิภาพของสารต้านออกซิเดชันจะขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการแบ่งส่วน (partition behavior) ในอาหาร โดยสารต้านออกซิเดชันประเภทที่ชอบน้ำ (hydrophilic antioxidant) จะมีประสิทธิภาพดี ในน้ำมันมากกว่าการใช้สารต้านออกซิเดชันประเภทที่ชอบน้ำมัน (lipophilic antioxidant) ซึ่งประสิทธิภาพดังกล่าวเป็นผลพ่วงเนื่องจากสารต้านออกซิเดชันไปรวมตัวกันในตำแหน่งที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจึงป้องกันการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวในระบบอิมัลชันได้ดีกว่า (Frankel, 1996)

อิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ พบอยู่ในอาหารทั่วไป เช่น นม ครีม ซุป น้ำมันสลัด มายองเนส ซอส เครื่องดื่ม และขนมหวานชนิดต่างๆ เป็นต้น (McClements, 2005) โดยมีสัดส่วนของไขมันที่กระจายตัวในส่วนของน้ำที่แตกต่างกัน อัตราการออกซิเดชันของไขมันจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในอิมัลชันประเภทนี้ เนื่องจากหยดน้ำมันขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวมากกว่าและกระจายตัวอยู่ในน้ำที่มีสารโปรออกซิแดนท์ (water soluble prooxidant) โดยมีปัจจัยที่เร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันหลายปัจจัย ได้แก่ ชนิดและองค์ประกอบกรดไขมัน พีเอช สารอินทรีย์ ชนิดและความเข้มข้นของสารต้านออกซิเดชันและสารโปรออกซิแดนท์ ความเข้มข้นของออกซิเจน ปริมาณออกซิเจน อุณหภูมิ แสง และลักษณะของหยดไขมัน เป็นต้น (McClements and Decker, 2000; Waraho et al., 2011)

2.4 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำมัน

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำมันมีความสำคัญต่อการประเมินคุณภาพของอาหารประเภทไขมันหรือน้ำมัน โดยวิธีการวิเคราะห์ต่างๆ เป็นการวิเคราะห์ สารประกอบที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการเกิดออกซิเดชันของไขมัน วิธีการบางวิธีที่เป็นที่ยอมรับทางวิชาการ มีดังนี้

2.4.1 การวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (peroxide value, PV)

ค่าเปอร์ออกไซด์เป็นการวัดระดับการเกิดออกซิเดชันของไขมัน โดยการวิเคราะห์ปริมาณหมู่เปอร์ออกไซด์ในน้ำมันหรือไขมันที่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน ที่เรียกว่าการเกิด oxidative rancidity ซึ่งเป็นการเกิดออกซิเดชันขึ้นเองที่ตำแหน่งพันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว (นิธิยา, 2548) ปฏิกิริยานี้พบในขั้นเริ่มต้นของการเกิดออกซิเดชัน ดังนั้น ค่าเปอร์ออกไซด์จะเพิ่มขึ้นจนถึงค่าสูงสุดแล้วจะลดต่ำลงเมื่อเข้าสู่ปฏิกิริยาขั้นที่สอง (Pegg, 2001) การตรวจวัดค่าเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้น ใช้ปฏิกิริยาระหว่างโพแทสเซียมไอโอไดน์ในสารละลายกรดกับออกซิเจน ที่ตำแหน่งหมู่เปอร์ออกไซด์เกิดเป็นไอโอดีนอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

และหาปริมาณไอโอดีนอิสระที่เกิดขึ้น ด้วยการไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไทโอ ซัลเฟต โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ ค่าเปอร์ออกไซด์ที่ได้จะคำนวณเป็น มิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง (milliequivalents/kg of sample) (นิธิยา, 2548)

$$ROOH\ (peroxide) + KI \longrightarrow KOH + ROH + I_2$$

$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 + starch \longrightarrow Na_2S_2O_3 + 2NaI$$

วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ง่าย แต่ผลจากการทดสอบอาจผิดพลาดได้ เนื่องจากในสภาวะที่มีแสง กรดไขมันอิ่มตัวอาจดูดซับไอโอดีนไว้ที่ตำแหน่งพันธะคู่ และไอโอดีนอาจสร้างขึ้นจากการเกิดออกซิเดชันของไอโอดีนอิออนในสภาวะที่มีออกซิเจนที่มากเกินพอ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ค่าที่วิเคราะห์ได้อาจจะน้อยกว่าหรือมากกว่าความเป็นจริง (Laguerre et al., 2007)

2.4.2 **การวิเคราะห์ค่า** thiobarbituric acid reactive substance (TBARS)

วิธีนี้เป็นที่นิยมสำหรับการประเมินคุณภาพของอาหารประเภทไขมันหรือน้ำมันเมื่อเกิดปฏิกิริยาขั้นที่สองของการเกิดออกซิเดชัน โดยสารประกอบที่เกิดขึ้นในขั้นตอนนี้ ได้แก่ อัลดีไฮด์ คีโตน ไฮโดรคาร์บอน และแอลกอฮอล์ การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในขั้นตอนนี้ทำได้โดย การวัดสารประกอบสีชมพูที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาของมาลอนอัลดีไฮด์ (malonaldehyde, MDA) กับกรดไทโอบาร์บิทูริก (thiobarbituric acid) ที่ความยาวคลื่น 530-532 นาโนเมตร

วิธีการนี้เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก และไม่ต้องใช้เครื่องมือราคาแพง แต่มีข้อจำกัด คือ กรด ไทโอบาร์บิทูริก ทำปฏิกิริยาไม่เฉพาะเจาะจงกับมาลอนอัลดีไฮด์เท่านั้น แต่มีสารหลายชนิด เช่นน้ำตาล สามารถทำปฏิกิริยากับกรดไทโอบาร์บิทูริก แล้วก่อให้เกิดสารประกอบที่มีสีชมพูที่ดูดคลื่นแสงที่ความยาวคลื่นนี้ได้เช่นกัน (โอภา, 2550)

2.4.3 **การทดสอบด้วยวิธี** *p*-anisidine (*p*-Av)

เปอร์ออกไซด์ (peroxide) เป็นผลิตภัณฑ์ขั้นเริ่มต้นของปฏิกิริยาออกซิเดชัน จะสลายตัวได้เป็นผลิตภัณฑ์ขั้นที่สองได้แก่ อัลดีไฮด์ (aldehydes) คีโตน (ketones) และแอลกอฮอล์ (alcohols) เป็นต้น ซึ่งอัลดีไฮด์ เป็นสารประกอบที่สำคัญและมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสของน้ำมัน ดังนั้น จึงมีการพัฒนาวิธีการวิเคราะห์สารประกอบกลุ่มดังกล่าว โดยใช้ *p*- anisidine ทำปฏิกิริยากับ อัลฟา-อัลดีไฮด์ และเบต้า-อัลดีไฮด์ ซึ่งเป็นสารประกอบหลักของ 2-อัลคีนาล (2-alkenals) เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีเหลือง โดยปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นในสภาวะที่มีกรดอะซิติก และสารประกอบเชิงซ้อนดังกล่าวสามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 350 นาโนเมตร การเพิ่มขึ้นของสารกลุ่มอัลดีไฮด์ แสดงว่า ตัวอย่างน้ำมันมีความไวต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (White, 1995) แต่การทอสอบด้วยวิธีการนี้จะสามารถ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตรวจสอบสารประกอบอัลดีไฮด์ชนิดไม่อิ่มตัว (unsaturate aldehydes) ได้ดีกว่าชนิดอิ่มตัว (saturated aldehydes) (Shahidi และ Zhong, 2005) ดังนั้น จึงมักใช้วิธีนี้ตรวจวัดผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนการเพิ่มจำนวนของปฏิกิริยาออกซิเดชันในไขมัน ร่วมกับการวัดค่าเปอร์ออกไซด์ (PV) (Aroma และ Cuppet, 2001)

2.4.4 **การวิเคราะห์ความคงตัวของน้ำมัน** (Oil stability index (OSI))

วิธีนี้สามารถวิเคราะห์ได้โดยใช้เครื่อง Rancimat ซึ่งวิธีการนี้เป็นการตรวจสอบสารประกอบระเหย โดยการให้ความร้อนและอากาศภายใต้สภาวะที่กำหนดกับตัวอย่างน้ำมัน ซึ่งจะก่อให้เกิดสารประกอบระเหยที่เป็นผลิตภัณฑ์ขั้นที่สองของการเกิดออกซิเดชัน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกรดอินทรีย์สายสั้นได้แก่ กรดฟอร์มิคและกรดอะซิติก สารระเหยเหล่านี้จะถูกส่งผ่านไปในน้ำและสามารถวัดอัตราการเกิดสารระเหยได้จากการเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้า โดยจุดสิ้นสุด (induction time) เป็นจุดที่ค่าการนำไฟฟ้าเริ่มเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และแสดงค่าในรูปของ ค่าความคงตัวของน้ำมัน (OSI) (Wan,1995; Shahidi และ Wanasundara,2008)

2.5 วัตถุกันหืน

วัตถุกันหืน เป็นวัตถุเจือปนอาหารชนิดหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงของไขมันในอาหารที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยวัตถุกันหืนจะทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น ส่งผลให้หยุดปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นแบบลูกโซ่ (ศิวาพร, 2546) คุณสมบัติของวัตถุหันหืนที่ดีนั้น ควรใช้ในปริมาณต่ำ ไม่เป็นพิษต่อผู้บริโภค ใช้สะดวก ละลายได้ดี คงทนต่อสภาวะการแปรรูป รวมถึงไม่ก่อให้เกิดลักษณะอันไม่ปรารถนาในผลิตภัณฑ์นั้น (คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, 2546) วัตถุกันหืนสามารถแบ่งออกเป็น

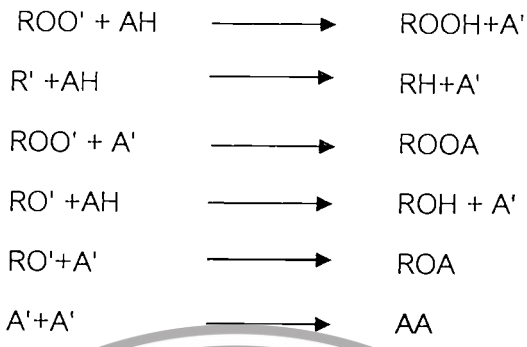
2.5.1 **วัตถุกันหืนแบ่งตามกลไกการทำหน้าที่** ได้แก่

2.5.1.1 วัตถุกันหืนปฐมภูมิ (Primary antioxidant)

วัตถุกันหินปฐมภูมิ ทำหน้าที่ทำลายปฏิกิริยาลูกโซ่ของการเกิดออกซิเดชัน โดยธรรมชาติทางเคมีของโมเลกุลเหล่านี้สามารถเป็นตัวรับหรือตัวทำลายอนุมูลอิสระ จึงชะลอและต่อต้านการเกิดออกซิเดชันในขั้นเริ่มต้น (Initiation) หรือเป็นตัวขัดขวางการเกิดออกซิเดชันในขั้นเพิ่มจำนวน โดยวัตถุกันหืนปฐมภูมิ (AH) ทำปฏิกิริยากับไขมันและอนุมูลเปอร์ออกซี (ROO') เกิดเป็นโมเลกุลที่มีความคงตัว วัตถุกันหืนเหล่านี้สามารถให้ไฮโดรเจนอะตอมกับอนุมูลของไขมันและอนุพันธ์ที่เกิดขึ้น นอกจากนั้นวัตถุกันหืนยังสามารถหยุดปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยจับกับอนุมูลอัลคอลซี (RO') หรือจับกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อนุมูลของวัตถุกันหืน เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความคงตัว และไม่แสดงสมบัติเป็นอนุมูลอิสระอีกต่อไป (Wanasundaral และ Shahidi, 2005) ดังเช่นสมการต่อไปนี้



วัตถุกันหืนในกลุ่มนี้ ได้แก่ โมโนหรือโพลีไฮดรอกซีฟีนอล ซึ่งวัตถุกันหืนปฐมภูมิที่ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารส่วนใหญ่มักเป็นสารสังเคราะห์ ได้แก่ บิวทิลเลตไฮดรอกซีโทลูอีน (บีเอชที) และบิวทิลเลตไฮดรอกซีอนิซอล (บีเอชเอ) นอกจากนี้ ยังพบว่าองค์ประกอบของอาหารตามธรรมชาติ เช่น โทโคฟีรอล และแคโรทีนอยด์ เป็นต้น มีสมบัติเป็นวัตถุกันหืนปฐมภูมิ

2.5.1.2 วัตถุกันหืนทุติยภูมิ (Secondary antioxidant)

วัตถุกันหืนทุติยภูมิ ทำหน้าที่ลดอัตราการเกิดออกซิเดชันแต่มีกลไกที่แตกต่างจากวัตถุกันหืนปฐมภูมิ คือ จะทำหน้าที่จับกับอนุมูลของโลหะที่มีสมบัติเป็นโปร-ออกซิแดนท์หรือเป็นตัวให้ไฮโดรเจนกับวัตถุกันหืนปฐมภูมิ นอกจากนี้ยังทำหน้าที่สลายไฮโดรเปอร์ออกไซด์ไม่ให้เกิดเป็นอนุมูลอิสระหรือทำหน้าที่เป็นตัวจับออกซิเจน วัตถุกันหืนชนิดนี้มักหมายถึงสารเสริมฤทธิ์กันหืน เนื่องจากสารเหล่านี้ทำหน้าที่ส่งเสริมฤทธิ์การต้านการหืนของวัตถุกันหืนปฐมภูมิ ตัวอย่างของสารประเภทนี้ ได้แก่ กรดซิตริด กรดแอสคอร์บิค กรดแอสคอร์บิคปาล์มมิเตรท เลซิทิน และสารช่วยให้ความคงตัวบางชนิด เช่น แซนแทนกัม เป็นต้น (Reische และคณะ , 2007)

2.5.2. วัตถุกันหืนสังเคราะห์

วัตถุกันหืนสังเคราะห์ เป็นสารที่สังเคราะห์ขึ้นและถูกนำมาใช้เพื่อเพิ่มความคงตัวของไขมัน น้ำมัน และผลิตภัณฑ์อาหารที่มีน้ำมันเป็นส่วนประกอบ วัตถุกันหืนสังเคราะห์ส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มสารประกอบฟีนอลิค (Wanasundaral และ Shahidi, 2005) ซึ่งสารที่นิยม และอนุญาตให้เติมลงในอาหาร ได้แก่ โพรพิล-แกลเลท, บีเอชที และ บีเอชเอ เป็นต้น

วัตถุกันหืนสังเคราะห์แต่ละชนิดมีความสามารถในการกันหืนในน้ำมันได้แตกต่างกัน Augustin และ Berry (1983) ได้ศึกษาความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของ บีเอชเอ, บีเอชที, ทีบีเอช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

คิว, โพรพิล-แกลเลท, dilauryt-thiodipropionate (DLTDP) และ trihydroxy-butyrophenone (THBP) โดยเติมลงในน้ำมันปาล์มที่ผ่านการทำให้บริสุทธิ์ ฟอกสีและขจัดกลิ่น (refined, bleached and deodorized (RBD) palm olein) ที่ความเข้มข้น 200 พีพีเอ็ม พบว่า ทีบีเอชคิว มีความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมากที่สุด ในขณะที่ บีเอชเอ มีความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันน้อยที่สุด

ประเทศไทยอนุญาตให้ใช้วัตถุกันหินสังเคราะห์บางประเภทกับอาหารประเภทน้ำมันและไขมันในปริมาณที่แตกต่างกัน ในประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 205 (พ.ศ. 2543) เรื่องน้ำมันและไขมัน อนุญาตให้ใช้ โพรพิลแกลเลท บีเอชที บีเอชเอ และบีเอชคิว ที่ระดับความเข้มข้นไม่เกิน 100, 75, 175, และ 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ หรือใช้ร่วมกันได้ในระดับความเข้มข้นที่ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่สำหรับน้ำมันปาล์มนั้น ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 56 (พ.ศ.2524) เรื่องน้ำมันปาล์ม อนุญาตให้ใช้โพรพิล-แกลเลท ออคติล-แกลเลท และไดเดซิล-แกลเลท ที่ระดับความเข้มข้นไม่เกิน 0.01 เปอร์เซนต์ นอกจากนี้ยังอนุญาตให้ใช้บีเอชที บีเอชเอ และบีเอชคิว ได้ไม่เกิน 0.02 เปอร์เซนต์

อย่างไรก็ตาม การใช้สารกันหืนในปริมาณที่มากเกินไป อาจเป็นสาเหตุให้เกิดอาการผิดปกติแก่ผู้บริโภคได้ โดยการศึกษาพิษวิทยาในหนู พบว่า การผสมบีเอชเอในอาหารเข้มข้นร้อยละ 0.25 ทำให้เนื้อเยื่อของหนูทดลองเจริญผิดปกติ และเมื่อผสมบีเอชเอ ในอาหารเข้มข้นร้อยละ 0.5 ส่งผลให้หนูเป็นเนื้องอกในช่องท้อง (Tomano et al., 1998; Iverson, 1999 อ้างถึงจาก ศิวาพร, 2546) สอดคล้องกับการทดสอบความเป็นพิษของ บีเอชที และ บีเอชเอ เปรียบเทียบกับวัตถุกันหืนธรรมชาติ วิตามินอี พบว่า การใช้ บีเอชเอ บีเอชที และวิตามินอีในปริมาณสูงเป็นสาเหตุให้เกิดเนื้องอกในหนูทดลอง และเมื่อเปรียบเทียบวัตถุกันหืนทั้งสามชนิด พบว่า การใช้วิตามินอีมีความปลอดภัยมากกว่าการใช้ บีเอชเอ และบีเอชที (Kahl and Kappus, 1993 อ้างถึงจาก ศิวาพร, 2546)

2.5.3 วัตถุกันหืนจากธรรมชาติ

วัตถุกันหืนที่ได้จากธรรมชาติ มักอยู่ในกลุ่มสารประกอบฟีนอล เช่น โทโคเฟอรอล ฟลาโวนส์ คาเทชิน และเลซิทิน สารกลุ่มนี้มักพบอยู่ตามส่วนต่างๆ ของพืชเช่น เครื่องเทศต่างๆ ชา กาแฟ รวมถึงในเมล็ดพืชน้ำมัน โดยวัตถุกันหืนที่ได้จากธรรมชาติที่นิยมใช้ ได้แก่

Resin guaiac เป็นยางไม้ชนิดหนึ่งอาจเรียกว่า gum guaicol ซึ่งมีการนำมาใช้ในการกันหืนน้ำมันจากสัตว์ แต่ gum guaicol เป็นวัตถุที่ไม่ทนความร้อนและมีราคาแพง

โทโคเฟอรอล ลักษณะเป็นของเหลวข้นหนืดที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส มีสีเหลืองอ่อนจนถึงสีน้ำตาล อาจทำให้ตกผลึกได้ในสภาพที่อุณหภูมิต่ำ เมื่ออยู่ในรูปบริสุทธิ์จะไม่มีสีและกลิ่น ละลายได้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

น้ำมันชนิดที่พบตามธรรมชาติซึ่งแบ่งตามลักษณะทางเคมีมี 4 ลักษณะ คือ แอลฟา-โทโคเฟอรอล เบต้า- โทโคเฟอรอล แกมมา- โทโคเฟอรอล และ เดลตา-โทโคเฟอรอลโดย โดย แอลฟา-โทโคเฟอรอล พบมากที่สุดในจมูกข้าวสาลี และยังพบว่า แกมมา- โทโคเฟอรอล มีคุณสมบัติที่เรียกว่า carry through ในน้ำมันหมู

เลซิทิน เป็นสารที่มีคุณสมบัติเป็นวัตถุกันหืนและอิมัลซิไฟเออร์ พบในไข่แดงและถั่วเหลือง

สารจากธรรมชาติชนิดอื่นๆ ที่ศึกษาแล้วว่ามีสมบัติในการกันหืนได้แต่ยังไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ ได้แก่ พวกฟลาวานอล เช่น quercitin และ dehydroquercitin รวมถึงสารที่พบในพืชบางชนิด เช่น sesamol ในงา (คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, 2546)

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอีกหลายชิ้นที่รายงานการนำสารสกัดจากธรรมชาติมาทำเป็นสารกันหืนจากธรรมชาติ สารสกัดจากน้ำของดอกเก็กฮวยเข้มข้น 0.02 เปอร์เซ็นต์สามารถชะลอการเกิดออกซิเดชันในอิมัลชันของน้ำมันถั่วเหลืองทั้งประเภทน้ำในน้ำมันและน้ำมันในน้ำได้ดีกว่าโทโคฟีรอลและ บีเอชเอ ทีความเข้มข้น 0.02 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังไม่พบการเสริมฤทธิ์ระหว่าง สารสกัดของดอกเก็กฮวยทั้ง 4 ชนิด กับ ทีบีเอชคิว (Duh, 1999) นอกจากนี้ Abdalla and Roozen (1999) ยังรายงานการใช้สารสกัดจากเครื่องเทศหลายชนิด เช่น เลมอนบาร์ม (lemon balm), ออรีกาโน (oregano) เสท (sage) และไทม์ (thyme) เป็นต้นในการต่อต้านออกซิเดชันของอิมัลชันของน้ำมันดอกทานตะวันในน้ำ โดยพบว่าสารสกัดเสทเข้มข้น 600 และ 1,200 พีพีเอ็มมีประสิทธิภาพในการต่อต้านการเกิด conjugated diene และสารระเหย เทียบเท่าบีเอชที เข้มข้น 300 พีพีเอ็ม และผลการทดลองยังแสดงให้เห็นว่า สารสกัดของพืชแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการต่อต้านที่แตกต่างกัน เช่นสารสกัดจากออรีกาโนจะมีประสิทธิภาพในน้ำมันมากกว่าอิมัลชัน

สารสกัดจากดอก Hamg Jyur 4 สายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 0.02 เปอร์เซ็นต์ พบว่าจากการประเมินค่า thiobarbituric acid reactive (TBA) เพื่อศึกษาค่าความคงตัวของอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำของน้ำมันถั่วเหลือง โดยมีสัดส่วนของน้ำมันต่อน้ำ 10:90 ได้ดีกว่า ตัวอย่างควบคุม และให้ผลที่ดีกว่าการใช้บีเอชที และวิตามินอีที่ความเข้มข้น 0.02 เปอร์เซ็นต์ และยังพบว่าการใช้สารสกัดจาก ดอก Hamg Jyur ร่วมกับการใช้ทีบีเอชคิว ให้ผลที่ไม่แตกต่างจากการใช้สารสกัดเพียงอย่างเดียว (Pin-Der Duh,1999)

สารสกัดจากเมล็ดแบล็คเคอร์เร็น และโรสแมรีในการต่อต้านการหืนของอิมัลชันของน้ำมันละหุ่ง พบว่าสามารถยืดระยะเวลาในการหืนได้ทั้งนี้ประสิทธิภาพของการต่อต้านขึ้นอยู่กับความมีขั้วของสารประกอบ (Samotyja and Malecka, 2007) นอกจากนี้การเสริมฤทธิ์ของความสามารถในการต้านการออกซิเดชันของอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำ อาจทำได้ด้วยการเติม bovine serum albumin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ร่วมกับการใช้คาทิชินจากชาทำให้สามารถชะลอการเกิดเปอร์ออกไซด์และ เฮกซานอลได้ (Almajano et al., 2007)

สารสกัดจากติ้วขาวแดง ให้ประสิทธิภาพในการต่อต้านการหืนของน้ำมันได้ โดยนำติ้วขาวมาหั่นบดให้ละเอียดแล้วผสมกับเอทานอลเพื่อสกัดสารด้วยการแช่ในที่มืดประมาณ 4.5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาระเหยเอาสารตัวทำละลายออกและทำให้แห้งโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง จากนั้นนำมาวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกด้วยเครื่อง พบ สารฟีนอลิกหลักที่พบ คือ กรดคลอโรจินิก เมื่อนำไปวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผักติ้วขาว โดยทดสอบกับน้ำมันถั่วเหลืองและข้าวอบกรอบ พบว่า สารสกัดติ้วขาวมีประสิทธิภาพในการต่อต้านการหืนได้ดีกว่าวิตามินอีซึ่งเป็นสารกันหืนธรรมชาติชนิดหนึ่ง นอกจากนี้ ยังรายงานว่าสารสกัดจากใบมะเกี๋ยง ในน้ำมันถั่วเหลือง พบว่าให้ค่ากิจกรรมในการเป็นแอนตี้ออกซิแดนท์ที่ดีกว่า วิตามินอีและบีเอชที จากการประเมินค่าการเกิดออกซิเดชันด้วยวิธี PV ,CD, TBARS และ *p*-AV (พิชญ์อร,2549)

กัมสำรอง มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ โดย ผงสำรอง (ไม่ผ่านการล้าง) และ ผงสำรองที่ล้างด้วยน้ำกลั่นมีความสามารถในการต้านออกซิเดชันได้ดีกว่าผงสำรองที่ล้างด้วยกรดไฮโดรคลอลิก 0.02 โมล่าร์ เมื่อเทียบกับเครื่องเทศทั่วไป และยังพบว่า กัมสำรองมีสมบัติด้านการเกิดอิมัลชันและความคงตัวต่อความร้อนไม่ต่างจากกัวกัมและดีกว่ากัมอะราบิค (ชนินันท์, 2551) สารประกอบฟีนอลิก เช่น กรดแกลลิก คาทิชิน และเควอซิติน สามารถชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของอิมัลชันของน้ำมันมะกอกในน้ำได้ และสารประกอบฟีนอลิกทั้ง 3 ชนิดยังแสดงสมบัติการต้านออกซิเดชันที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นกับความเร็วและความสามารถในการให้ไฮโดรเจนอะตอมของสารประกอบแต่ละชนิด ดังนั้น นอกเหนือจากมีข้อของสารประกอบฟีนอลิกแล้ว ยังมีปัจจัยอื่นๆ อีกที่ทำให้สารประกอบฟีนอลิกมีประสิทธิภาพในการต้านการหืนในอิมัลชันที่แตกต่างกัน (Di Mattia et al., 2009)

2.6 พืชท้องถิ่นและสมบัติการเป็นสารต้านออกซิเดชัน

ประเทศไทยจัดเป็นประเทศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพในระดับต้นๆ ของโลก จะเห็นได้ว่ามีงานวิจัยจำนวนมากที่สนับสนุนการนำทรัพยากรธรรมชาติในประเทศมาใช้ให้เกิดประโยชน์และคุณค่ามากที่สุด รวมถึงพืชพื้นบ้าน หรือพืชท้องถิ่น นอกจากจะนำมาใช้ในการบริโภคหรือมาจำหน่ายเพื่อให้เกิดรายได้แล้ว ยังมีงานวิจัยหลายชิ้นที่ได้คิดค้นพัฒนาศักยภาพของพืชท้องถิ่นเหล่านี้ให้เกิดประโยชน์มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นด้านยารักษาโรค หรือด้านการต่อต้านหรือต่อต้านการเกิดปฏิกิริยาต่างๆในอาหาร เป็นต้น สำหรับข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับชื่อและลักษณะทางพฤกษศาสตร์ รวมถึงสรรพคุณและการใช้ประโยชน์ของพืชพื้นบ้านที่ใช้ในงานวิจัย มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.6.1 **เมี่ยงป่า** (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze var.assamica (J. Masters) Kitam **วงศ์** THEACEAE)

ชื่อท้องถิ่น เมี่ยง เมี่ยงดอย(ภาคเหนือ) ชา (ภาคกลาง) (สุธรรม และคณะ, 2552 ก)

เมี่ยงป่า โดยทั่วไปใช้ใบตากแห้งชงดื่มเป็นชา หรือเอาใบไปนึ่ง ใช้เคี้ยวเล่นแทนหมากหรือเคี้ยวแก้กระหายน้ำ แก้ง่วงนอน และยังใช้เป็นยากลางบ้าน โดยใช้เป็นยาแก้ท้องร่วงและขับปัสสาวะได้ นอกจากนี้ ใบสดยังเป็นยาสมานแผล กากใบใช้พอกแผลจากน้ำร้อนลวก ไฟไหม้ (สุธรรม และคณะ, 2552 ก)

องค์ประกอบของเมี่ยงป่าที่นำมาทำชาเขียว พบสารประกอบฟีนอลิค ซึ่งส่วนใหญ่เป็นคาทิชิน และสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (สุธรรม และคณะ, 2552 ก) เคมเฟอรอล (kaempfol) ควอซีทินไกลโคไซด์ (quercetin glycoside) (Cai et al. , 2004)

นอกจากนี้ วาณี (2554) พบว่า สารสกัดเมี่ยงป่ามีปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด 54.3±1.4 มิลลิและมิลลิกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) และมีฤทธิ์ในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.09 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร อย่างไรก็ตามงานวิจัยเกี่ยวกับฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาและองค์ประกอบทางเคมีของเมี่ยงป่านั้นนั้นมีอยู่น้อยมากเมื่อเทียบกับชา

2.6.2 **กระโดน** (Careya sphaerica Roxb.) **วงศ์** LECYTHIDACEAE

ชื่อท้องถิ่น เส่เจ๊าะบะ (กะเหรี่ยง - เชียงใหม่) เส่เจ้อบะ แซงจิแหน่ (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน) พุย (ละว้า-เชียงใหม่) ขุย (กะเหรี่ยง-กาญจนบุรี) ปุย ปุยขาว ผ้าฮาด (เหนือ) หูกวาง (จันทบุรี) กระโดน (กลาง) ปุย กระโดน ปุยกระโดน (ใต้) การใช้ประโยชน์ ดอกและยอดอ่อนใช้เป็นผักจิ้ม ในด้านการใช้เป็นยา เปลือก เป็นยาสมานแผล แก้พิษงู แก้ไข้ และแก้เครียด ปวดเมื่อย ใบ ผสมกับเครื่องยาอื่นๆ ปรุงเป็นน้ำมันสมานแผลหรือใช้ใบสดนึ่งให้สุกปิดแผล ดอกและน้ำจากเปลือกสดผสมกับน้ำผึ้งรับประทาน ทำให้ชุ่มคอ แก้ไอและหวัด บำรุงร่างกายและสตรีหลังคลอดบุตร ผล ช่วยย่อยอาหาร ต้มผสมกับเถายางน่องและดินปะสิว เคี้ยวจนงวด ตากแห้ง ใช้ปิดแผล ฝีหนองต่างๆ เมล็ด มีพิษ (สุธรรม และคณะ, 2552ก)

นันทวัน และคณะ (2542) ได้รวบรวมและเรียบเรียงไว้ว่ามีสารต่อไปนี้ คือ barringtogenol C และ D; barringtogenol , แทนนิน, เควอซีทิน และ กรดเอลลาจิก (ellagic acid) เป็นต้น

2.6.3 **ก่อข้าว** (*Castanopsis inermid* (Lond.ex Wall.) & Hook.f **วงศ์** FAGACEAE)

ชื่อท้องถิ่น ก่อ ก่อตาหมู (ตรัง) (สุธรรม และคณะ, 2552ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ชาวเขาทุกเผ่าใช้ยอดอ่อนกินเป็นผักจิ้มหรือใส่แกงต่างๆ หรือนำยอดไปตากแห้งเพื่อใช้ชงดื่มแทนชา ส่วนผลสามารถกินดิบหรือคั่วกิน (สุธรรม และคณะ, 2552ก) สารสำคัญที่พบในก่อข้าว ได้แก่ สารในกลุ่มอัลคาลอยด์ สเตอรอยด์ และเทอร์พีน ฟลาโวนอยด์ ซาโปนิน และน้ำมันหอมระเหย นอกจากนี้ยังพบว่า สารสกัดแห้งของก่อข้าวมีปริมาณฟีนอลิคทั้งหมด 60.98 มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิกต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) และมีค่าความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ ABTS ในระดับสูงเท่ากับ 161.7 มิลลิลิตรสมมูลย์ของ Trolox ต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) (นราพร, 2552) อย่างไรก็ตาม ไม่พบรายงานการวิจัยเกี่ยวกับคุณค่าทางโภชนาการ และฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของพืชชนิดนี้

2.6.4 **ติ้วขาว** (*Cratoxylum formosum* (Jack) Dyer **วงศ์** CLUSIACEAE)

ยอดอ่อน ใบอ่อนและดอกอ่อนของติ้วขาวมีรสเปรี้ยวใช้กินเป็นผักกับอาหารหลายอย่าง เช่น ลาบ ก้อย ป่น หรือใส่ต้มยำต่างๆ เพื่อปรุงให้มีรสเปรี้ยวแทนมะนาว ดอกอ่อนใช้ทำซุปหรือยำ ส่วนสรรพคุณทางยา ใบอ่อนและยอดอ่อน หากรับประทานสดจะช่วยระบายท้อง รากและใบใช้ต้มกินแก้ปวดท้อง เปลือกและใบใช้ตำผสมกับน้ำมันมะพร้าวทาแก้โรคผิวหนัง น้ำยางจากลำต้นใช้ทารอยแตกของส้นเท้าและรักษาบาดแผล (สุธรรม และคณะ, 2552ก)

2.6.5 **ผักแปม** (*Eleutherococcus trifoliatum* (L.) S.Y. Hu. **วงศ์** ARALIACEAE)

ชื่อท้องถิ่น ผักแปม (ภาคเหนือ) (สุธรรม และคณะ, 2552ก) ชาวบ้านพื้นล่างและชาวเขาโดยทั่วไป โดยเฉพาะไทยใหญ่ ปะหล่อง ม้ง และ เย้า มักใช้ยอดอ่อนและใบอ่อนกินเป็นผักสด ผักจิ้ม หรือนำยอดและใบอ่อนมาปรุงใส่แกง นอกจากนี้ ชาวเขาเผ่าเมี่ยนและเย้าใช้ใบเป็นยาแก้ลมชักโดยเฉพาะกับเด็ก (สุธรรม และคณะ, 2552ก)

วาณี (2554) รายงานว่า สารสกัดจากผักแปมมีความสามารถในการต่อต้านอนุมูลไฮดรอกซิล ด้วยวิธี 2-Deoxyribbose assey (2-DR) ได้ดีที่สุด โดยมีค่าความสามารถในการกำจัดอนุมูลไฮดรอกซิล เท่ากับ 4.82 มิลลิกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) สุธรรม และคณะ (2552ก) รายงานว่าสารต้านออกซิเดชันที่พบในยอดและใบอ่อนแห้ง 100 กรัม ได้แก่ เบต้า – แคโรทีน 2.25 มิลลิกรัม แซนโทฟิลล์ 3.18 มิลลิกรัม วิตามินซี 0.00055 มิลลิกรัม สารประกอบฟีนอลิก 274.83 มิลลิกรัม และพบว่ามีค่าแอนติออกซิแดนซ์ 6.28 มิลลิกรัม ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับปานกลาง

2.6.6 **เดื่อว้า** (*Ficus auriculata* Lour.)

ชื่อท้องถิ่น ตะกื้อเต๊าะ (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน) เดื่อว้า (เชียงใหม่) ไทรโพ (กลาง) การใช้ประโยชน์ มูเซอใช้ยอดอ่อนกินเป็นผักสดหรือผักปรุงและกินผลสุก เชื่อกันว่าถ้ากินมากๆ จะมีอาการเมาคล้ายเมาสุรา และใช้พืชชนิดนี้เป็นแหล่งล่าสัตว์ เพราะสัตว์ป่า เช่น กวาง เก้ง และสัตว์ฟันแทะอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

141500

ชอบกินผล สำหรับเนื้อไม้เป็นที่นิยมนำมาใช้ประกอบในการทำเครื่องก่อสร้างบ้านเรือนและเครื่องมือการเกษตร เครื่องใช้ไม้สอยต่างๆ โดยถือเป็นไม้เนื้อดี ชาวบ้านพื้นล่าง นิยมกินผลสุก ส่วนชาวบ้านในอินเดีย มาเลเซียและอินโดนีเซีย ใช้ผลสุกกินเป็นผลไม้สดและปรุงแต่งเป็นน้ำผลไม้ แยม หรือส่แกง ในเวียดนามใช้ผลดิบใส่สลัดกินเป็นผัก ไม่พบรายงานวิจัยเกี่ยวกับคุณค่าทางโภชนาการ และฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของพืชชนิดนี้ (สุธรรม และคณะ, 2552ก)

2.6.7 **มันปลา** *(Glochidion sphaerogymum* (MÜll Arg.) Kurz. **วงศ์** EUPHOBIACEAE)

ชื่อท้องถิ่น ตงกัว ไคร้มันปลา (เชียงใหม่) มันปลา (เชียงใหม่) (สุธรรม และคณะ, 2552ข)

ชาวเขาเกือบทุกชนเผ่ากินผลสุกของมันปลา และใช้ยอดอ่อนกินเป็นผักสดและปรุงใส่แกง ส่วนชาวจีนฮ้อ และม้ง นำเปลือกลำต้นมาต้มน้ำอมแก้ปวดฟัน (สุธรรม และคณะ, 2552ข)

กลุ่มสารสำคัญที่พบในผักมันปลา ได้แก่ สารกลุ่มอัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ สเตอรอยด์ และเทอร์พีน ซาโปนิน และน้ำมันหอมระเหย (นราพร, 2552) นอกจากนี้ วาณี (2524) รายงานว่าสารสกัดมันปลามีปริมาณโพลีฟีนอลสูง โดยมีค่าเท่ากับ 228.7 ± มิลลิกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) และความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH สูง โดยมีค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ(Antioxidant activity, AOA) เท่ากับ 122.4 ต่อมิลลิกรัม อย่างไรก็ตาม ไม่พบรายงานการวิจัยเกี่ยวกับคุณค่าทางโภชนาการ และฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของพืชชนิดนี้

2.6.8 **ผักไผ่** (*Persicaria odorata* (Lour.) Sojak. **วงศ์** POLYGONACEAE)

ชื่อท้องถิ่น ผักไผ่ (ภาคเหนือ) จันทร์โฉม (นครราชสีมา) ผักแพว พริกม้า (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) หอมจันทร์ (อยุธยา) (สุธรรม และคณะ, 2552ข)

ผักไผ่ ชาวเขาแทบทุกเผ่า ชาวบ้านพื้นล่าง รวมทั้งชาวเวียดนามนิยมใช้กินเป็นผักสด กินกับน้ำพริกต่างๆ ตลอดจนใส่ในแกงเป็นเครื่องเทศ รวมถึงนำมากินคู่กับไข่เป็ดตายนึ่งหรืออาหารทะเลเพื่อดับกลิ่นคาว (สุธรรม และคณะ, 2552ข)

ผักไผ่มีกลิ่นและรสผสมผสานระหว่างกลิ่นของใบมะนาว ผักชี และผักกาดหัว กลิ่นและรสเหล่านี้จะหายไปเมื่อถูกความร้อนเป็นเวลานานๆ เนื่องจากองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยที่อยู่ในผักไผ่ส่วนใหญ่เป็นสารกลุ่มอัลเคน (alkane) และ อัลดีไฮด์ (aldehydes) และยังพบว่าผักไผ่มีสารต้านอนุมูลอิสระเป็นองค์ประกอบ โดยในผักไผ่แห้ง 100 กรัม มีเบต้า–แคโรทีน 2.25 มิลลิกรัม แซนโทฟิลล์ 2.12 มิลลิกรัม วิตามินซี 15.85 มิลลิกรัม วิตามินอี 0.0085 มิลลิกรัม แทนนิน 17.68 มิลลิกรัม สารประกอบฟีนอลิก 329.0 มิลลิกรัม ค่าดัชนีแอนตี้ออกซิแดนซ์ 3.68 ซึ่งจัดว่าอยู่ในระดับต่ำ (สุธรรม และคณะ, 2552ข) นอกจากนี้ Nanasombat and Teckchuen (2009) พบว่า สารฟลาโวนอยด์ที่พบในผักไผ่ ได้แก่ รูติน คาเทชิน เคมเฟอรอล (kaempferol) เควอซีทิน และ isohamnetin

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ใช้ได้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อย่างไรก็ตาม ไม่พบรายงานการวิจัยเกี่ยวกับฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของพืชชนิดนี้ แต่พบว่า พืชชนิดนี้ไม่มีสารในกลุ่ม drimane sesquiterpenoids ที่พบในพืชสกุล *Persicaria* และ *polygonum* หลายชนิด อันเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการต้านเชื้อราและต้านเนื้องอกบางชนิด (สุธรรม และคณะ, 2552ข)

2.6.9 **ทะโล้** (*Schima Wallichii* (DC.) Korth. **วงศ์** THEACEAE)

ชื่อท้องถิ่น คาย ทะโล้ สารภีป่า (ภาคเหนือ) คายโซ่ จำปาดง พระราม (เลย, หนองคาย) พังตาน พันตัน มังตาน (ภาคใต้) (สุธรรม และคณะ, 2552ค)

จากการทบทวนวรรณกรรมไม่พบการนำทะโล้มาทำเป็นอาหาร โดยส่วนใหญ่แล้วมักใช้เป็นยากลางบ้าน ชาวจีนฮ้อใช้ใบอ่อนตากแห้งชงเป็นชา เป็นเครื่องดื่มทำให้ชุ่มคอ แก้กระหายน้ำ กะเหรี่ยงใช้ยอดอ่อนแช่น้ำดื่มแก้อาการปวดเมื่อยตามร่างกาย เนื่องจากพิษไข้ เปลือกลำต้น ใช้เป็นยาแก้ไอ แก้ไข้ ส่วนปะหล่อง ใช้ยอดอ่อนคลุกเกลือกินแก้ปวดท้อง ท้องอืด ท้องเฟ้อ อาหารไม่ย่อย ใบอ่อนใช้ขยี้ทาผิวหนังแทนแป้ง อีก้อ ม้ง และเย้า ใช้ลำต้นและใบ อมหรือเคี้ยวกินเป็นยาแก้ปวดฟัน แผลในปาก เหงือกเป็นหนอง ต้มดื่มแก้อาการปวดภายในร่างกายด้วยสาเหตุต่างๆ รวมทั้งแก้ท้องเดิน และม้ามโต ในต่างประเทศ ใช้ดอกเป็นยาแก้บิดสาเหตุผิดปกติ และมดลูกอักเสบ) (สุธรรม และคณะ, 2552ค)

นราพร (2552) รายงานการตรวจพบสารในกลุ่ม อัลคาลอยด์ ประเภทที่มีขั้วสูงและฟลาโวนอยด์ ในสารสกัดทะโล้ ซึ่งสารเหล่านี้มีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ต่อมา วาณี (2554) รายงานว่าทะโล้มีปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงถึง 181.0 ± 0.8 มิลลิกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ซึ่งสารโพลีฟีนอลที่สำคัญ ได้แก่ เควอซีติน (Joshi, 2006) นอกจากนี้ วาณี (2554) พบว่า ทะโล้มีศักยภาพในการเป็นสารกันหืนในแพตตี้หมูปรุงสุก ได้ตั้งแต่ในขั้นตอนการเตรียม โดยเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี TBARS ผงทะโล้และสารสกัดจากทะโล้สามารถต่อต้านการเกิดออกซิเดชันในแพตตี้หมูปรุงสุกได้ดีกว่าตัวอย่างแพตตี้หมูที่เติมคาเทชินและบีเอชที

2.6.10 **ส้มปี้** (*Vaccunium sprengelii* (G.Don) Sleumer **วงศ์** ERICACEAE)

ชื่อท้องถิ่น ซาบอยดุ.(กะเหรี่ยง-เชียงใหม่) เม้าหิน (เชียงใหม่) ส้มปี ส้มปี้ ส้มแปะ (เหนือ) ส้มแซบ ส้มสร้อย (เลย) ส้มแสด (ตะวันออกเฉียงเหนือ) หัวแหวน (กลาง)

ชาวเขาเผ่าไทยใหญ่ เย้า ปะหล่อง มูเซอ กะเหรี่ยง และจีนฮ่อกินใบอ่อนและยอดอ่อนของส้มปี้เป็นผักสด และผักจิ้ม หรือปรุงใส่แกงต่างๆ อย่างไรก็ตาม ไม่พบรายงานเกี่ยวกับคุณค่าทางโภชนาการ ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา และองค์ประกอบทางเคมีของพืชชนิดนี้ (สุธรรม และคณะ, 2552ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 ตัวอย่างพืช

ตัวอย่างพืชพื้นบ้านที่บริโภคได้จำนวนทั้งหมด 10 ตัวอย่าง ได้รับมาจากแหล่งที่มา 2 แหล่ง คือ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 8 ตัวอย่าง และจาก อำเภอคำเขื่อนแก้ว จังหวัดยโสธร จำนวน 2 ตัวอย่าง รายชื่อพืชทั้งหมดเรียงตามลำดับชื่อวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างพืชที่ใช้ในการทดลอง

ลำดับ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ส่วนที่ใช้	แหล่งที่มา
1	*Camellia sinensis* (L.) Kuntze var. assamica (J.Masters) Kitam.	เมี่ยงป่า	ใบ	สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง
2	*Caraya sphaerica* Roxb.	กระโดน	ใบ	ยโสธร
3	*Casternopsis inermid* (Lind. Ex Wall) Benth. & Hook f	ก่อข้าว	ใบ	สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง
4	*Cratoxylum formosum* (JACK) Dyer spp.	ติ้วขาว	ใบ	ยโสธร
5	*Eleutherococus trifoliatum* (L.) S.Y. Hu	ผักแปม	ลำต้น และ ใบ	สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง
6	*Ficus auriculata* Lour	เดื่อว้า	ใบ	สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง
7	*Glochidion sphaerogymum* (MULL.Arg) Kui	มันปลา	ใบ	สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง
8	*Persicaria odorata* (Lour.) Soja'k	ผักไผ่	ลำต้น และ ใบ	สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง
9	*Schima wallichii* (D.C.) Korth	ทะโล้	ใบ	สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง
10	*Vaccinium sprengelii*	ส้มปี้	ใบ	สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.1.2 **ตัวอย่างน้ำมันพืช**

น้ำมันถั่วเหลือง (ระบุที่ฉลาก : ไม่เติมวัตถุกันหืน) (ยี่ห้อกุ๊ก, สมุทรปราการ)

3.1.3 **สารเคมี**

- กรดแกลลิก	(Fluka, ประเทศเยอรมัน)
- กรดไขมันลิโนเลอิก	(Sigma, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
- กรดไตรคลอโรอะซีติก	(Merck, ประเทศเยอรมัน)
- กรดไทโอบาบิทูริก	(Sigma, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
- กรดอะซิติก	(Lab Scan, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
- กรดไฮโดรคลอริก	(Lab Scan, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
- โซเดียมคาร์บอเนต	(Carbo, ประเทศอิตาลี)
- ไดโพแทสเซียมฟอสเฟตเตตระไฮเดรท	((Merck, ประเทศเยอรมัน)
- โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต	(Merck, ประเทศเยอรมัน)
- เอทานอล	(องค์การสุรา, ประเทศไทย)
- 2,2-diphenyl-1-picryhydrazyl radical (DPPH)	(Sigma, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
-2,4,6-tripyridyl-s-triazine (TPTZ)	(Sigma, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
- 2,2,4-trimethylpentane (isooctane)	(Lab Scan, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
- 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid (Trolox)	(Sigma, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
- Anisidehyde	(Sigma, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
-Folin-Ciocalteau reagent	(Carbo, ประเทศอิตาลี)
-Tween 80	(Merck, ประเทศเยอรมัน)
- Lecithin	(MP Biomedicals, USA)
-Xanthan gum	(NutritionSC, ประเทศไทย)

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

- เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง	(Sartoius TE 214, ประเทศเยอรมัน)
- เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง	(Mettler Toledo PE 3000, ประเทศ สวิตเซอร์แลนด์)
- ตู้อบลมร้อน	(Memmert UFB 400, ประเทศเยอรมันนี)
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ	(Memmert WB 29, ประเทศเยอรมันนี)
- เครื่องปั่นเหวี่ยง	(Beckman coulter, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- ออโตปิเปต	(Eppendrof, ประเทศเยอรมันนี)
- 96 well plates	(Sero-Wel, Bibby Sterilin, ประเทศอังกฤษ)
- Microplate Reader	(Multimode Detector DTX 880, Beckman coulter, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
- Spectrophotometer	Bec Thai
- Vortex mixer	(Vortex genic 2 G-560 E, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมตัวอย่าง

3.3.1.1 การเตรียมตัวอย่างพืช

ตัวอย่างพืชสดจะถูกนำมาล้างด้วยน้ำกรองจำนวน 2 รอบ ลวกในน้ำร้อน แล้วผึ่งตัวอย่างในที่ร่มให้สะเด็ดน้ำ อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนพืชมีความชื้นต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปบดเป็นผง แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 เมช (mesh)

3.3.2 **การศึกษาปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด และความสามารถของสารสกัดจากพืชในการต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยวิธีการต่าง ๆ**

3.3.2.1 **การเตรียมสารสกัดพืช** ดัดแปลงจากวิธีของ Phomkavon and Areekul (2009)

ชั่งตัวอย่างผงพืช ผสมกับเอทานอล (ความเข้มข้น 80 เปอร์เซนต์)ที่ให้ความร้อน 50 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วน 1:5 เขย่าที่อุณหภูมิห้องนาน 8 ชั่วโมง จากนั้นทำการกรอง ด้วยกระดาษ Whatman เบอร์ 4) และสกัดซ้ำอีก 1 ครั้ง ในอัตราส่วน 1:3 จากนั้นเทสารสกัดพืชรวมกัน ทำให้เข้มข้นภายใต้สุญญากาศที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

นำสารสกัดพืชเข้มข้นมาวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด โดยการวิเคราะห์ความชื้น AOAC (2000) โดยชั่งตัวอย่างพืช 1-2 กรัม ใส่ในภาชนะหาความชื้นที่ทราบน้ำหนักแน่นอน นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5-6 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความ ปล่อยทิ้งไว้จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนักภาชนะพร้อมตัวอย่าง อบซ้ำ จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม คำนวนหาปริมาณความชื้นดังนี้

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

จากนั้นนำค่าความชื้นที่ได้ คำนวณหาปริมาณของแข็งทั้งหมดจากสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริมาณของแข็งทั้งหมด(g/100g) = 100 - ปริมาณความชื้น (%)

เมื่อคำนวนความเข้มข้นของสารสกัดพืชเข้มข้นแล้ว นำมาเจือจางด้วย เอทานอล 95 เปอร์เซนต์ให้มีความเข้มข้นสุดท้ายเท่ากับ 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร บรรจุสารสกัดพืชเข้มข้นลงในขวดสีชา แล้วจึงนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส จนกว่าจะทำการวิเคราะห์

3.3.2.2 **ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี** Folin- Ciocalteu reagent method **ของ** Singleton และคณะ (1999)

นำสารสกัดตัวอย่างมาเจือจางด้วยน้ำกลั่น ปิเปตสารสกัดปริมาตร 250 ไมโครลิตร ลงในหลุมไมโครเพลท จากนั้นเติมรีเอเจนต์ Folin Ciocalteu 12.5 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที หลังจากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) 10 เปอร์เซ็นต์ 50 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาทีในที่มืด นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร โดยเครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (microtiter plate reader)

นำค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่างไปคำนวณหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดใช้กราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก

3.3.2.3 DPPH free radical scavenging assay โดยการความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ตามวิธีที่ดัดแปลงมาจาก Brand –William et al. (1995)

ปิเปตสารสกัดปริมาตร 70 ไมโครลิตรลงในหลุมไมโครเพลท แล้วเติมสารละลาย DPPH (ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ในเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์) 210 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยเครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท นำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่างไปคำนวณหา % Inhibition ดังสมการ

$$\% \text{ Inhibition} = (1-A_{sample} / A_{control}) \times 100$$

โดย %inhibition หมายถึง ความสามารถในการยับยั้งสารต้านอนุมูลอิสระ

A_{sample} หมายถึง ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่าง

$A_{control}$ หมายถึง ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH

นำค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง ไปคำนวณหาความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH โดยใช้กราฟมาตรฐานของสารละลาย Trolox

3.3.2.4 Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) โดยวัดความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ ABTS **ตามวิธีของ** Zhou and Yu (2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

นำสารสกัดตัวอย่างมาเจือจางด้วยน้ำกลั่น ปิเปตสารสกัดปริมาตร 30 ไมโครลิตรลงในหลุมไมโครเพลท แล้วเติมสารละลาย ABTS (ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์) 300 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ใน 6 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร โดยเครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท

นำค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง ไปคำนวณหาความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ ABTS โดยใช้กราฟมาตรฐานของสารละลาย Trolox

3.3.2.5 Ferric reducing / antioxidant power (FRAP) โดยวัดความสามารถในการรีดิวซ์ทั้งหมด ตามวิธี ของ Benzie and Strain (1999)

นำสารสกัดตัวอย่างมาเจือจางด้วยน้ำกลั่น ปิเปตสารสกัดปริมาตร 10 ไมโครลิตรลงในหลุมไมโครเพลท แล้วเติมสารละลาย FRAP 300 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ใน 8 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร โดยเครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท

นำค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง ไปคำนวณหาความสามารถในการรีดิวซ์ทั้งหมด โดยใช้กราฟมาตรฐานของสารละลาย Trolox

3.3.2.6 Thiobarbutyric acid reactive substances (TBARS) โดยวัดความสามารถในการต้านออกซิเดชันของไขมัน ตามวิธีที่ดัดแปลงมาจาก McDonald and Hultin (1987)

นำสารสกัดตัวอย่างมาเจือจางด้วยน้ำกลั่น ปิเปตสารสกัดปริมาตร 0.2 มิลลิลิตรลงในหลอดทดลอง แล้วเติมอิมัลชันของกรดไขมันลิโนเลอิก 1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.8 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง จากนั้นเติมสารละลาย TCA-TBA-HCl 2 มิลลิลิตร ต้มจนเดือด เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งให้เย็น แล้วจึงปิเปตสารละลาย 300 ไมโครลิตร ลงในหลุมไมโครเพลท นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร โดยเครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท

นำค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง ไปคำนวณเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการออกซิเดชัน (antioxidant activity, AOA) ด้วยสมการ

$$\% AOA = (1 - A_{sample} / A_{control}) \times 100$$

โดย A_{sample} และ $A_{control}$ หมายถึง ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่าง และ Blank

จากนั้นนำค่า % AOA ไปคำนวณหาความสามารถในการต้านออกซิเดชันของไขมัน โดยใช้กราฟมาตรฐานของสารละลาย Trolox

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.3.3 การศึกษาผลของการใช้สารสกัดจากพืชในการต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำ

3.3.3.1 การเตรียมตัวอย่างอิมัลชัน

การเตรียมตัวอย่างอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำ (oil in water emulsion) ดัดแปลงจากวิธีของ Di Mattia et al. (2009) โดยอิมัลชันที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันเท่ากับ 10 น้ำหนักต่อปริมาตร เตรียมโดยใช้น้ำมันถั่วเหลืองและบัฟเฟอร์ (พีเอช 5.4) ในอัตราส่วน 1:9 ส่วนอิมัลชันที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันเท่ากับ 30 น้ำหนักต่อปริมาตร ในอัตราส่วน 3:7 องค์ประกอบอื่นๆ มี ดังนี้ Tween 80 (1 เปอร์เซนต์) เลซิทิน (0.3 เปอร์เซนต์) แซนแทนกัม (0.5 เปอร์เซนต์) และ Sodium azide 0.02 เปอร์เซนต์ สำหรับรายละเอียดการเตรียมอิมัลชันเป็นดังนี้

ในขั้นตอนการเตรียมอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำเตรียมโดย แบ่งส่วนผสมออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

- ส่วนที่ 1 เป็นสารละลายแซนแทนกัมในบัฟเฟอร์ ใส่แซนแทนกัมในบัฟเฟอร์ แล้วกวนให้ละลายด้วยเครื่องกวนผสม (Magnetic stirrer) จากนั้น ตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง

- ส่วนที่ 2 เป็นการเตรียมสารสกัดพืชในน้ำมัน โดยแบ่งน้ำมันพืชออกมา สองส่วนในสามส่วน จากนั้นให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส แล้วเติมสารสกัดพืชความเข้มข้น 200 หรือ 500 พีพีเอ็ม กวนผสมเป็นเวลานาน 30 นาที เพื่อให้สารสกัดพืชกระจายตัวในน้ำมันอย่างสม่ำเสมอ และระเหยแอลกอฮอล์ในสารสกัดพืชออก

- ส่วนที่ 3 เป็นการผสมของ เลซิทิน tween 80 น้ำ และน้ำมันพืช หนึ่งส่วนจากสามส่วนที่เหลือ กวนผสมด้วยเครื่องกวนผสม (Magnetic stirrer) ให้เข้ากัน

จากนั้นนำส่วนผสมทั้งสามส่วนมาเทใส่บีกเกอร์ขนาด 2 ลิตร แล้วโฮโมจีไนซ์ ที่ความเร็วรอบ 11,000 รอบต่อนาที นาน 15 นาที จะได้ของเหลวข้นเป็นเนื้อเดียวกัน การเตรียมอิมัลชัน จะเตรียมครั้งละ 1,000 มิลลิลิตร สำหรับตัวอย่างที่เติมที่บีเอชคิว 100 พีพีเอ็ม ทำเช่นเดียวกับตัวอย่างที่เติมสารสกัดพืช ส่วนตัวอย่างควบคุมเป็นตัวอย่างอิมัลชันที่เตรียมด้วยวิธีเช่นเดียวกันแต่ไม่เติมสารกันหืนใดๆ

3.3.3.2 ผลของสารสกัดจากพืชต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในอิมัลชัน

การทดลองนี้วางแผนการทดลองแบบ Factorial in completely randomize design โดยกำหนดปัจจัยที่ศึกษาคือ ชนิดของอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำที่ความเข้มข้น 2 ระดับ (10 และ 30 เปอร์เซ็นต์) ความเข้มข้นของพืช 2 ระดับ (200 และ 500 พีพีเอ็ม) และสารสกัดพืช 10 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โดยแบ่งตัวอย่างอิมัลชันแต่ละตัวอย่างบรรจุใส่ขวดแก้ว ขวดละ 100 กรัม แล้วนำไปเก็บในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ทำการสุ่มตัวอย่างๆ อิมัลชันทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 35 วัน ไปวิเคราะห์ทางเคมีตามข้อ 3.3.5.2 ถึง 3.3.5.5 โดยเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับตัวอย่างควบคุม (ไม่เติมสารสกัดพืช) และ ตัวอย่างที่เติมทีบีเอชคิว 100 พีพีเอ็ม

นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติในข้อ 3.3.6 เพื่อคัดเลือกพืชที่ให้ผลในการยับยั้งการหืนในอิมัลชันที่ดี เพื่อนำไปใช้ในการทดลองข้อถัดไป

3.3.4 ศึกษาผลของพีเอชและอุณหภูมิต่อการต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของอิมัลชันของสารสกัดพืชที่คัดเลือก

การทดลองนี้วางแผนการทดลองแบบ Factorial in completely randomize design โดยกำหนดปัจจัยที่ศึกษาคือ พืชที่คัดเลือก 2 ชนิด ชนิดของอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำที่ความเข้มข้น 2 ระดับ ระดับ (10 และ 30 เปอร์เซ็นต์) พีเอช 3 ระดับ (3, 5 และ 7) และ อุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษา 3 ระดับ (25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส)

นำสารสกัดพืชที่คัดเลือกจากข้อ 3.3.3.2 มาเตรียมอิมัลชันที่เติมสารสกัดพืชที่คัดเลือกจากในข้อ 3.3.3.1 โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์ที่มี พีเอชต่างๆ ตามแผนการทดลองที่วางไว้ และทำเช่นเดียวกันในตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่เติมทีบีเอชคิว 100 พีพีเอ็ม จากนั้น แบ่งตัวอย่างใส่ในขวดแก้ว ขวดละ 100 กรัม นำไปเก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิตามแผนการทดลองข้างต้น

สุ่มตัวอย่างที่ระยะเวลาต่างๆ ตามความเหมาะสมของแต่ละอุณหภูมิ จำนวน อย่างน้อย 7 ครั้ง ไปทำการวิเคราะห์ทางเคมีในข้อ 3.3.5.2- 3.3.5.7 โดยเปรียบเทียบผลการทดลองกับตัวอย่างควบคุมได้แก่ อิมัลชันที่ไม่ได้เติมสารสกัดจากพืช และตัวอย่างที่เติม ทีบีเอชคิว 100 พีพีเอ็ม

3.3.5 การวิเคราะห์ทางเคมี

3.3.5.1 การเตรียมตัวอย่างน้ำมันสำหรับการวิเคราะห์

ตัวอย่างอิมัลชันจะถูกนำมาแช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้น นำมาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อทำลายระบบอิมัลชัน แล้วจึงนำตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยง ที่ความเร็วรอบ 9,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที แล้วปิเปตแยกส่วนของน้ำมันออกจากส่วนของน้ำ นำตัวอย่างน้ำมันที่แยกออกมา เก็บในขวดตัวอย่างสีชา จากนั้นนำตัวอย่างน้ำมันที่ได้ไปวิเคราะห์ในข้อ 3.3.5.2, 3.3.5.4 และ 3.3.5.5

3.3.5.2 ปริมาณเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Value) โดยวิธีของ AOCS- Method Cd 8-53 (1997a)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ชั่งตัวอย่างน้ำมัน 5±0.05 กรัม ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วเติมรีเอเจนต์กรดอะซิติกกับคลอโรฟอร์ม 30 มิลลิลิตร เขย่า 1 นาที และเติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร แล้วจึงไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1 โมลาร์ จนกระทั่งสีเหลืองเกือบจางหายไป จึงเติมน้ำแป้งเข้มข้น 1 เปอร์เซนต์ 0.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน จะได้สารละลายสีน้ำเงิน แล้วจึงไทเทรตต่อจนกระทั่งได้สารละลายใสไม่มีสนำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณ Peroxide value (PV) จากสมการ

$$PV = [S \times M \times 100] / g$$

S = ปริมาณของสารสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (มิลลิลิตร)

M = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (โมลาร์)

g = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

3.3.5.3 Thiobarbituric-acid-reactive substance activity (TBARS) ตามวิธีของ Mcdonal and Hultin (1987)

ปิเปตตัวอย่างอิมัลชัน ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร กับน้ำ 0.9 มิลลิลิตร และเติม TBAR reagent 2.0 มิลลิลิตร (15% w/v trichloroacetic acid และ 0.375% w/v thiobarbituric acid in 0.25 M HCL)ในหลอดทดลอง จากนั้นนำไปต้มในอ่างน้ำร้อนเป็นเวลา 15 นาที ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที ต่อมานำไปเหวี่ยง ด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงตะกอน (centrifuge) ที่ความเร็ว (5500 รอบต่อนาที) oko15 นาที นำส่วนใสไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 532 นาโนเมตร โดยใช้รีเอเจนต์ TBA เป็นแบลงค์ ความเข้มข้นของ TBARS วัดจาก standard curve ที่เตรียมจาก 1,1,3,3-tetraethoxypropa ตัวอย่างควบคุม

3.3.5.4 *p-anisidine* value (*p*-Av) ตามวิธีของ AOCS 1997 Method Cd 18-90 (1997c)

ชั่งตัวอย่างน้ำมัน 0.5-4.0±0.001 กรัม ในขวดปรับปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วย iso-octane นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ 350 นาโนเมตร โดยใช้ไอโซออกเทนเป็นแบลงค์ จะได้ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายน้ำมัน (Ab) จากนั้น ปิเปตสารละลายข้างต้น 5 มิลลิลิตร ลงในหลอดที่ 1 และปิเปตไอโซออกเทนลงในหลอดที่ 2 เติมสารละลาย *p-anisidine* ลงในแต่ละหลอดทดลอง เขย่าและเก็บในที่มืดเป็นเวลา 10 นาที แล้วจึงวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ 350 นาโนเมตร โดยใช้สารละลายในหลอดที่ 2 เป็นแบลงค์ จะได้ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายน้ำมันที่ทำปฏิกิริยากับสารละลาย *p-anisidine* (หลอดที่ 1) (As)

นำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณ anisidine value (*p*-AV) จากสมการต่อไปนี้

$$p\text{-AV} = [25x(1.2As-Ab)] / m$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

As = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายน้ำมันหลังจากเกิดทำปฏิกิริยากับ *p-anisidine* reagent

Ab = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาน้ำมัน

m = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

3.3.5.5 **การทดสอบความคงตัวของน้ำมันด้วยวิธี** Rancimat ตามวิธีของ AOCS 1997 Method 12b-92 (1997b)

ชั่งตัวอย่างน้ำมัน 3±0.001 กรัม ไปทดสอบความคงตัวด้วยเครื่อง Rancimat ที่สภาวะดังนี้ อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของอากาศ 20 ลิตร ต่อชั่วโมง รายงานค่าความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชัน (oil stability index; OSI) เป็นค่า Induction time (IT) มีหน่วยเป็นชั่วโมง

3.3.5.6 **ค่าโททอกซ์** (Totox value)

เป็นการวัดหาความสัมพันธ์ของค่าอะนิซีดีนและค่าเปอร์ออกไซด์ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการทำนายรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของน้ำมันในช่วงเริ่มต้นและช่วงสุดท้ายของการเสื่อมเสียจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Blumenthal, 1991; Miyagi และคณะ, 2003) ดังสมการ

$$\text{Totox value} = PV + 2\,AV$$

3.3.5.7 **สารระเหย** Hexanal ด้วยวิธี Gas chromatography

ชั่งตัวอย่างอิมัลชัน 5 กรัม นำมาผสมกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ 5 กรัม แล้วสกัดสารระเหยด้วยวิธี Solid Phase MicroExtraction (SPME) โดยใช้ไฟเบอร์ชนิด DVB/CAR/PDMS (Divinylbenzene/Carboxen/ Polydimethylsiloxane) ที่มีความหนา 50/30 ไมโครเมตร ด้วยการดูดซับสารระเหยบริเวณช่องว่างเหนือตัวอย่างเป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส แล้วจึงนำไฟเบอร์ฉีดสารระเหยที่ดูดซับได้เข้าสู่เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปคโตรเมตทรี (Gas Chromatography – Mass Spectrometry (Agilent 7890A)

สภาวะการแยกสาร ใช้ก๊าซฮีเลียมบริสุทธิ์ร้อยละ 99.999 เป็นเฟสเคลื่อนที่ อัตราการไหล 3 มิลลิลิตรต่อนาที คอลัมน์แบบแคปิลารี DB-wax® ขนาด 30 m x 250 μm x 0.25 μm film (Restek, Bellefonte, PA) อุณหภูมิของตู้อบเริ่มจาก 50 องศาเซลเซียส เพิ่มอุณหภูมิด้วยอัตราเร็ว 5 องศาเซลเซียสต่อนาที จนถึงอุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียสคงไว้ที่เป็นเวลา 5 นาที

การบ่งบอกชนิดของสารระเหยโดยใช้ Mass spectrometer detector (Agilent 5975) แล้วจึงนำปริมาณสารระเหยที่ได้คำนวณเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานเฮกซาแนล (Hexanal)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.3.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การทดลองทุกการทดลองจะทำการทดลองอย่างน้อย 2 ซ้ำ แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของความสามารถการต้านออกซิเดชันของพืชแต่ละชนิด ด้วยวิธี one-way ANOVA procedure และ การศึกษาผลของอุณหภูมิ และ พีเอช ที่มีต่อความคงตัวของอิมัลชันวางแผนการทดลองแบบ Factorial in completely randomize design ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และเปรียบเทียบค่าสหสัมพันธ์ (correlation) ของวิธีวิเคราะห์แต่ละวิธี นอกจากนี้ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของผลการทดลองด้วยวิธี Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากพืช

สารสกัดพืชจำนวน 10 ชนิด ที่ความเข้มข้นของสารสกัด 2,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านออกซิเดชัน แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดพืช

สารสกัดพืช*	TPC (µg GAE/ml)	DPPH (µg TE/ml)	TEAC (µg TE/ml)	FRAP (µg TE/ml)	Anti-TBARS (µg TE/ml)
เมี่ยงป่า	2,188±25.0^{c}	227.1±22.6^{b}	1,542±45^{e}	7,822±116^{f}	511.0±0.60^{h}
กระโดน	3,267±35.0^{f}	1,994±146^{c}	2,112±101^{f}	5,758±259^{b}	56.58±0.47^{d}
ก่อข้าว	3697±66.2^{g}	2791±7.41^{e}	2697±103^{g}	9655±285^{h}	509.1±0.33^{h}
ติ้วขาว	2411±19.1^{d}	290.1±12.1^{b}	1034±64.8^{d}	6318±151^{d}	124.7 ±2.06^{c}
ผักแปม	1249±13.3^{a}	279.3±16.8^{b}	829.8±31.6^{bc}	6064±401.^{c}	414.7±12.6^{f}
เดื่อว้า	2018±75.6^{b}	82.60±2.62^{a}	662.9±19.4^{a}	4316 ±66.3^{a}	493.9 ±7.43^{h}
มันปลา	4345±52.5^{h}	2245±114^{d}	3194±128.3^{h}	8567±127^{g}	80.76±23.1^{b}
ผักไผ่	2373±28.4^{d}	258.4±21.6^{b}	927.6±32.4^{cd}	5468±232.^{b}	469.2±24.0^{g}
ทะโล้	3310±36.1^{f}	2043±67.9^{c}	2057.±134.^{f}	7131 ±376^{e}	345.4 ±15.6^{f}
ส้มปี้	3141±71.3^{e}	261.3±11.2.^{b}	793.8±49.0^{b}	5410 ±103^{b}	270.7 ±3.24^{d}

หมายเหตุ;-* สารสกัดพืชเข้มข้น 2000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

TPC หมายถึง ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด มีหน่วยเป็น ไมโครกรัมกรดแกลลิคต่อมิลลิตร

DPPH, TEAC, FRAP และ anti-TBARS หมายถึง DPPH free radical scavenging, Trolox equivalent antioxidant capacity, Ferric reducing / antioxidant power และ Anti-Thiobarbutyric acid reactive substances มีหน่วยเป็น ไมโครกรัมโทรลอกซ์ต่อมิลลิลิตร

ภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.1.1 ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด

สารสกัดพืชทั้ง 10 ชนิดมีปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 1,249-4,345 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ตารางที่ 4.1) โดยสารสกัดมันปลามีปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ วาณี (2554) และ นราพร (2552) ที่รายงานว่าสารกัดมันปลามีปริมาณโพลีฟีนอลสูงมาก อย่างไรก็ตาม ไม่พบรายงานเกี่ยวกับสารประกอบโพลีฟีนอลที่สำคัญของพืชชนิดนี้ ส่วนสารสกัดก่อข้าวมีปริมาณโพลี ฟีนอลรองลงมาจากสารสกัดมันปลา มีค่าเท่ากับ 3,697±66 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งมีสารประกอบโพลีฟีนอลที่สำคัญในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoild) (นราพร, 2552) ส่วนสารสกัดทะโล้และกระโดน มีค่าปริมาณโพลีฟีนอลรองลงมา โดยมีค่าเท่ากับ 3,310±36 และ 3,267±35 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยสารประกอบที่สำคัญที่พบในทะโล้ ได้แก่ เควอซิติน (quercetin) ในกลุ่มฟลาโวนอล (Joshi, 2006) และสารสกัดกระโดนประกอบด้วยแทนนิน (tannin) และ เควอซิติน (นันทวัน และ อรนุช 2542) ส่วนสกัดผักแปมพบว่ามีปริมาณโพลีฟีนอลต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 1,249±13 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีสารประกอบโพลีฟีนอลที่สำคัญ ได้แก่ กรดคลอโรจีนิก รูทีน และกรดฟีอิลควินิก

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า สายพันธุ์ของพืชที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณของโพลีฟีนอลที่ต่างกัน เนื่องจากพืชแต่ละสายพันธุ์อาจมีวิถีการสังเคราะห์และปริมาณการสะสมของสารสำคัญที่แตกต่างกัน และทำให้แต่ละสายพันธุ์มีคุณลักษณะที่แตกต่างกันทั้งทางสรีรวิทยาและองค์ประกอบทางเคมี (Witzel et al. , 2003) และยังพบว่ากระบวนการสกัดที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย อาจมีผลให้แนวโน้มปริมาณโพลีฟีนอลแตกต่างกัน ดังจะเห็นได้จากผลการทดลองนี้ที่พบว่า สารสกัดก่อข้าวมีปริมาณโพลีฟีนอลมากกว่าสารสกัดทะโล้ ซึ่งตรงกันข้ามกับผลการทดลองของ วาณี (2554) และ นราพร (2552) ทั้งนี้อาจเนื่องจากอัตราส่วนของผงสารสกัดต่อตัวทำละลายและขั้นตอนของการให้ความร้อนที่แตกต่างกัน

4.1.2 DPPH free radical scavenging (DPPH)

การวัดความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH อาศัยการเคลื่อนย้ายอิเลคตรอนร่วมกับการเคลื่อนย้ายไฮโดรเจนอะตอมจากสารต้านออกซิเดชันให้แก่อนุมูลอิสระ DPPH ทำให้สูญเสียสมบัติการเป็นอนุมูลอิสระ โดยการทดลองนี้รายงานค่ากิจกรรมแอนตี้ออกซิแดนท์ (Antioxidant activity, AOA) เป็น ไมโครกรัมสมมูลของโทรลอกซ์ต่อมิลลิลิตร กล่าวคือ ถ้ายิ่งมีปริมาณค่ากิจกรรมแอนตี้ออกซิแดนท์สูง จะแสดงถึงความสามารถในการต้านออกซิเดชันที่เพิ่มขึ้น

ผลการวิเคราะห์สารสกัดพืชทั้ง 10 ชนิด พบว่า สารสกัดก่อข้าวมีค่า AOA มากที่สุด เท่ากับ 2,791± 7 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร รองลงมา ได้แก่ สารสกัดมันปลา มีค่าเท่ากับ 2,245 ± 115

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามมาด้วยสารสกัดทะโล้และกระโดน มีมีค่าเท่ากับ 2,043 ± 68 และ 1,994 ± 146 ไมโครกรัมโทรลอกซ์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และพบว่าสารสกัดที่เหลืออีก 6 ชนิด มีค่าอยู่ในช่วง 82.60 -290.1 ไมโครกรัมโทรลอกซ์ต่อมิลลิลิตร

สารสกัดก่อข้าวมีศักยภาพในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุด โดยสารสำคัญที่อาจมีศักยภาพในการทำลายอนุมูลอิสระในก่อข้าว ได้แก่ สารในกลุ่มอัลคาลอยด์ สเตอรอยด์ และเทอร์พีน ฟลาโวนอยด์และซาโปนิน และน้ำมันหอมระเหย (นราพร, 2552) โดยเฉพาะฟลาโวนอยด์ที่มีโครงสร้างหลักประกอบด้วย วงแหวนอะโรมาติก (aromatic ring) จะทำหน้าที่ให้อิเลคตรอนแก่อนุมูลอิสระ DPPH เกิดเป็นสารที่มีความเสถียร (Motamed and Naghibi, 2010) สารสกัดมันปลาพบว่ามีศักยภาพในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ในลำดับรองลงมา ประกอบด้วยสารในกลุ่มอัลคาลอยด์ ซาโปนิน ฟลาโวนอยด์ สเตอรอยด์และเทอร์พีน และน้ำมันหอมระเหย (Phomkaivon, 2009) ซึ่งสารสำคัญเหล่านี้ อาจทำให้สารสกัดมันปลามีศักยภาพในการทำลายอนุมูลอิสระดังกล่าวได้ดี ส่วนสารสกัดทะโล้พบว่ามีศักยภาพเป็นลำดับที่สามของการทดลองนี้ ให้ผลสอดคล้องกับรายงานของ Kshirsagar and Upadhyay (2009) ที่รายงานว่า สารสกัดจากใบทะโล้มีความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH สูง และสารสำคัญที่อาจมีศักยภาพในการทำลายอนุมูลอิสระ ได้แก่ ซาโปนิน ไตรเทอร์พีนและเสตียรอยด์ (Rahmani et al., 1985) รวมถึง อัลคาลอยด์ และ ฟลาโวนอยด์ (นราพร, 2552) นอกจากนี้ สารสกัดพืชทั้ง 3 ชนิดยังมีศักยภาพในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH สอดคล้องกับการจัดกลุ่มสารสกัดพืชของนราพร (2552) ที่จัดสารสกัดก่อข้าว มันปลาและทะโล้ อยู่ในกลุ่มที่มีค่าสูงสุด

จากการทดลองนี้พบว่า สายพันธุ์ของพืช ชนิดและปริมาณสารพฤษเคมี วิธีการสกัดและตัวทำละลาย มีผลต่อความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH อย่างไรก็ตาม วิธีวิเคราะห์นี้ มีข้อจำกัด คือ อนุมูลอิสระ DPPH มีความคงตัว และไม่ไวต่อปฏิกิริยาเหมือนอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในเซลล์ หรือ ร่างกาย รวมทั้งสารต้านออกซิเดชันที่ทำลายอนุมูลเปอร์ออกซิลได้ดีจะทำปฏิกิริยาช้ากว่าที่ควรจะเป็น นอกจากนี้สารพฤกษเคมีหลายชนิดสามารถดูดกลืนแสงในช่วงเดียวกับวิธีวิเคราะห์ เช่น แคโรทีนอยด์ (Prior et al., 2005) ถึงแม้วิธีนี้จะมีข้อจำกัดหลายประการ แต่ก็จัดเป็นวิธีที่ใช้ประเมินศักยภาพเบื้องต้นของสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นที่ยอมรับและนิยมใช้กันแพร่หลาย ซึ่งจากผลการทดลองนี้ พบว่า สารสกัดพืช 4 ชนิด คือ ก่อข้าว มันปลา ทะโล้ และ กระโดน มีความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH สูงกว่า 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ดังนั้นจึงมีศักยภาพเป็นแหล่งของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ดีจากธรรมชาติได้

4.1.3 Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC)

วิธี TEAC เป็นอีกวิธีหนึ่งที่บ่งชี้ถึงความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ ABTS•+ ของสารตัวอย่าง วิธีนี้มีความสะดวกรวดเร็ว สามารถทนค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) ในช่วงกว้าง โดยอนุมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ABTS•+ สามารถละลายได้ทั้งในน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์ จึงทดสอบสารต้านออกซิเดชันได้ทั้งกลุ่มที่ละลายน้ำและกลุ่มที่ละลายไขมัน วิธีนี้จึงได้รับความนิยมเช่นเดียวกับวิธี DPPH แต่วิธีนี้ใช้การเคลื่อนย้ายอิเลคตรอนจากสารต้านออกซิเดชัน เพื่อรีดิวซ์อนุมูล ABTS•+ แทนที่จะเป็นการเคลื่อนย้ายไฮโดรเจนอะตอม จากผลการทดลองนี้พบว่า สารสกัดพืชมีค่า TEAC ระหว่าง 662.9-3,194. ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ตารางที่ 4.1)

สารสกัดมันปลามีค่า TEAC สูงสุด แต่ผลการทดลองให้แนวโน้มที่แตกต่างจากวิธีวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH ที่พบว่าสารสกัดก่อข้าวมีค่าสูงสุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากวิธีวิเคราะห์ทั้งสองวิธี แตกต่างกันที่การใช้การเคลื่อนย้ายอิเลคตรอน หรือ ไฮโดรเจนอะตอมของสารต้านออกซิเดชัน ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น และพบว่า สารสกัดที่มีค่า TEAC รองลงมาจากมันปลา ได้แก่ ก่อข้าว กระโดนและทะโล้ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ (นราพร,2552) เช่นเดียวกัน ที่พบว่า สารสกัดพืชทั้ง 4 ชนิดนี้ มีค่า TEAC อยู่ในกลุ่มสูงสุด จากการทดลองชี้ให้เห็นว่า สารต้านออกซิเดชันในพืชทั้งสี่ชนิดนี้มีแนวโน้มการต้านออกซิเดชันได้ดี

4.1.4 Ferric reducing / antioxidant power (FRAP)

วิธี FRAP เป็นการวัดความสามารถในการรีดิวซ์ทั้งหมด หรือความสามารถในการรีดิวซ์โลหะโดยอาศัยการเคลื่อนย้ายอิเล็คตรอนจากสารต้านออกซิเดชัน ในการรีดิวซ์สารประกอบเชิงซ้อน Fe^{3+} -TPTZ (เป็น Fe2+ -TPTZ ในสภาวะที่เป็นกรด ทำให้สารละลายเปลี่ยนสีจากสีเหลืองส้มเป็น สีน้ำ เงิน) จากผลการทดลองพบว่า สารสกัดพืชมีค่า FRAP อยู่ระหว่าง 4,316-9,655 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ตารางที่ 4.1)

สารสกัดก่อข้าวมีค่า FRAP สูงสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 9,655 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และให้ผลการต้านออกซิเดชันสูงสุด สอดคล้องกับค่า DPPH ที่เป็นการวิเคราะห์ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ ส่วนสารสกัดที่มีค่า FRAP รองลงมา ได้แก่ สารสกัดมันปลา มีค่าเท่ากับ 8,567 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร จึงแสดงให้เห็นว่าว่า สารสกัดทั้งสองชนิดนี้ไม่เพียงแต่มีฤทธิ์ทำลายอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS ได้ดีเท่านั้น แต่ยังมีความสามารถในการรีดิวซ์ที่ดีอีกด้วย

4.1.5 Anti-Thiobarbutyric acid reactive substances (anti -TBARS)

วิธี TBARS เป็นการติดตามความสามารถในการต้านออกซิเดชันของไขมัน ด้วยการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาขั้นที่ 2 ของการออกซิเดชันไขมัน เช่น สารประกอบไฮโดรเปอร์ออกไซด์และอนุมูลไฮโดรคาร์บอน โดยสารกลุ่มนี้จะทำปฏิกิริยากับกรดไทโอบาร์บิทูริค (thiobarbituric acid) เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีชมพูแดง เมื่อนำมาคำนวณหาเปอร์เซนต์ความสามารถในการต้านออกซิเดชัน (AOA) แล้วจึงเทียบกับสารมาตรฐานโทรลอกซ์ แสดงในรูป anti-TBARS (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) จากผลการทดลองพบว่า สารสกัดพืชมีค่า TBARS อยู่ระหว่าง 56.58-510.9ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ตารางที่ 4.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารสกัดพืช 3 ชนิด ได้แก่ สารสกัดเมี่ยงป่า สารสกัดก่อข้าว และสารสกัดเดื่อว้า มีค่า TBARS สูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 510.9, 508.96 และ 493.8 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ รองลงมา ได้แก่ ผักไผ่ มีค่า เท่ากับ 469.19 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ วาณี (2554) ที่พบว่า สารสกัดก่อข้าว มีค่า anti-TBARS สูงสุด ส่วนสารสกัดกระโดนมีค่า anti-TBARS ต่ำที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ นราพร (2552)

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านออกซิเดชันของไขมันของสารสกัดพืชนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ อย่างประกอบกัน ทั้งสายพันธุ์ของพืช ปริมาณพฤกษเคมี วิธีการสกัด และตัวทำละลายที่ใช้ แต่วิธีนี้มีข้อจำกัด คือเป็นวิธีที่ไม่เฉพาะเจาะจงกับผลผลิตที่เกิดจากการออกซิเดชันของไขมัน อีกทั้ง สารอื่นๆ ในพืชอาจทำปฏิกิริยากับกรดไทโอบาร์บิทูริกได้ดีเช่นกัน (Antolovich et al. , 2001)

4.1.6 ความสัมพันธ์ระหว่างโพลีฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านออกซิเดชันด้วยวิธีต่าง ๆ

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เชิงเส้นตรงของปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดกับความสามารถในการต้านออกซิเดชันทั้ง 4 วิธี แสดงดังตารางที่ 4.2 พบว่า วิธี TEAC และ DPPH มีค่าความสัมพันธ์เชิงบวกสูงมากกับ TPC โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.837 และ 0.813 ตามลำดับ ส่วนวิธี FRAP มีค่าความสัมพันธ์กับ TPC ในระดับปานกลาง มีค่า เท่ากับ 0.575 อย่างไรก็ตาม ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง TPC กับ anti-TBARS แสดงว่า ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดของสารสกัดพืช มีความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS ได้ดี สอดคล้องกับรายงานของ Pyo et al.(2004) ที่พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด กับความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัด swiss chard อยู่ในระดับสูง และสอดคล้องกับรายงานของ Maisuthisakul et al. (2008) ที่รายงานว่า สารสกัดพืชที่มีปริมาณโพลีฟีนอลและฟลาโวนอยด์เป็นองค์ประกอบสูง จะมีความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH สูง นั่นหมายความว่า ถ้ามีปริมาณ โพลีฟีนอลมาก สารสกัดก็จะมีประสิทธิภาพในวิธีดังกล่าวมาก นอกจากนี้ยังพบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง ABTS กับ DPPH มีค่ามากที่สุดคือเท่ากับ 0.920 ส่วน anti-TBARS นั้น มีความสัมพันธ์น้อยมากกับ TPC และ วิธีอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากพืช

r	TPC	TEAC	DPPH	FRAP	Anti-TBARS
TPC	1	0.837	0.813	0.575	-0.475
ABTS		1	0.920	0.818	-0.337
DPPH			1	0.703	-0.288
FRAP				1	0.026
TBARS					1

4.2 ความเป็นไปได้ในการใช้สารสกัดพืชในการต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ

4.2.1 อิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30 เปอร์เซนต์

สารสกัดจากพืช 10 ชนิด ถูกเติมลงในอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ 30 เปอร์เซนต์ ที่เตรียมจากบัฟเฟอร์ พีเอช 5.4 โดยกำหนดความเข้มข้นของสารสกัด 2 ระดับ ได้แก่ 200 และ 500 พีพีเอ็ม จากนั้นตัวอย่างอิมัลชันจะถูกเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสในตู้ควบคุมอุณหภูมิเป็นเวลา 35 วัน แล้วนำมาวิเคราะห์การต้านการเกิดออกซิเดชันด้วยวิธีการต่างๆ เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่ไม่เติมสารสกัดพืชและตัวอย่างที่เติมทีบีเอชคิว 100 พีพีเอ็ม

4,2.1.1 อิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 200 พีพีเอ็ม

1)_Peroxide Value (PV)

การวิเคราะห์ออกซิเดชันของอิมัลชันด้วยวิธี PV เป็นการหาปริมาณเปอร์ออกไซด์ ที่เกิดจากการทำปฏิกิริยากับออกซิเจน และเป็นการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เริ่มต้นของการเกิดออกซิเดชัน การวิเคราะห์สารประกอบเปอร์ออกไซด์นี้ ใช้โพแทสเซียมไอโอไดด์ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนของเปอร์ออกไซด์ในสภาวะที่เป็นกรด ทำให้เกิดเป็นไอโอดีนอิสระ แล้วจึงวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนอิสระนี้ ด้วยการทำปฏิกิริยาสมมูลกับสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ ค่าเปอร์ออกไซด์ที่ได้จะคำนวณเป็นมิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง (นิธิยา, 2548) ผลการวิเคราะห์ค่า PV ของสารสกัดพืชที่ความเข้มข้นต่างๆ แสดงดังตารางที่ 4.3

ในวันที่ 0 ตัวอย่างควบคุม ตัวอย่างที่เติมทีบีเอชคิว และตัวอย่างที่เติมสารสกัดพืชมีค่า PV ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.97- 3.55 มิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง แม้ว่าจะแตกต่างกันเล็กน้อย แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.3) ความแตกต่างดังกล่าวอาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง เนื่องจากตัวอย่างมีปริมาณมาก และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เครื่องมือที่ใช้ในการเตรียมมีจำกัด ทำให้ไม่สามารถเตรียมในครั้งเดียวได้หมด จึงมีผลอาจทำให้ค่า PV ค่าแตกต่างกันเล็กน้อย หรืออาจเกิดจากการวิเคราะห์ ซึ่งกรดไขมันดูดซึมไอโอดีนที่บริเวณตำแหน่งพันธะคู่ และในสภาวะที่มีออกซิเจนมากเกินพออาจเกิดออกซิเดชันของไอโอดีนอิออนได้เป็นไอโอดีน จึงทำให้ค่าที่วิเคราะห์ได้มีค่ามากกว่าค่าจริง (Laguerre et.,al, 2007)

ตารางที่ 4.3 ค่าเปอร์ออกไซด์ (PV) ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 200 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา

สารสกัดพืช	ค่า PV (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ที่วันต่าง ๆ ของการเก็บรักษา					
	0	7	14	21	28	35
ผักไผ่	3.44±0.02^{f}	12.4±0.00^{i}	22.1±0.00^{h}	31.7±0.00^{h}	42.5±0.00^{h}	48.2±0.20^{h}
ส้มปี้	2.42±0.03^{e}	3.89±0.01^{c}	6.55±0.07^{f}	7.03±0.04^{e}	4.38±0.03^{a}	5.13±0.25^{a}
ติ้วขาว	2.05±0.07^{d}	4.82±0.05^{d}	4.43±0.04^{d}	9.27±0.09	9.40±0.02^{d}	10.7±0.00^{d}
ผักแปม	3.56±0.01^{f}	13.4±0.00^{i}	22.1±0.10^{h}	34.8±0.20^{i}	38.9±0.10^{g}	48.2±0.50^{h}
เมี่ยงป่า	1.52±0.05^{c}	5.95±0.07^{f}	3.93±0.04^{c}	5.41±0.04^{c}	7.87±0.04^{c}	11.2±0.10^{d}
เดื่อว้า	3.55±0.07^{f}	7.05±0.07^{f}	6.55±0.07^{f}	8.23±0.04^{f}	15.5±0.70^{f}	17.9±0.10^{f}
กระโดน	1.46±0.01^{c}	3.95±0.02^{c}	2.05±0.07^{a}	4.43±0.04^{a}	5.05±0.07^{b}	5.99±0.16^{ab}
ทะโล้	2.43±0.04^{e}	12.2±0.20^{h}	24.9±0.20^{i}	35.4±0.20^{i}	42.8±0.30^{h}	48.8±0.40^{h}
มันปลา	1.05±0.07^{a}	3.32±0.16^{a}	2.53±0.11^{b}	4.85±0.07^{b}	5.13±0.18^{b}	6.39±0.02^{b}
ก่อข้าว	1.10±0.14^{a}	5.48±0.04^{e}	6.88±0.03^{g}	12.4±0.10^{g}	15.10±0.10^{f}	20.8±1.20^{g}
ทีบีเอชคิว	0.97±0.02^{a}	3.14±0.01^{a}	4.84±0.05^{e}	6.68±0.04^{d}	8.05±0.07^{c}	8.86±0.08^{c}
ควบคุม	1.27±0.05^{b}	3.68±0.04^{b}	4.38±0.04^{d}	6.93±0.04^{e}	10.30±0.10^{e}	13.7±0.00^{e}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$).

ในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าตัวอย่างอิมัลชันควบคุมที่ไม่เติมสารสกัดพืชมีอัตราการเพิ่มของค่า PV อย่างช้าๆ และเริ่มเพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา ตัวอย่างควบคุมที่เติมทีบีเอชคิวก็มีแนวโน้มเช่นเดียวกันแต่มีค่าPV ต่ำกว่า ตัวอย่างควบคุม .ในส่วนของสารสกัดพืชทั้ง 10 ชนิด พบว่า สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม อย่างชัดเจน กลุ่มที่ 1 ได้แก่ สารสกัด ผักไผ่ ผักแปม และทะโล้ ซึ่งพบว่ามีอัตราการเพิ่มของค่า PV สูงขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่เริ่มจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Di Mattia et al. (2009) ที่พบว่าองค์ประกอบในสารสกัดพืชบางชนิดแสดงความสามารถในการเร่งการเกิดออกซิเดชัน (pro-oxidant) รวมถึงขั้นตอนการเตรียมอิมัลชันทำให้เกิดการเก็บกักอากาศปริมาณมากไว้ในโครงสร้างของอิมัลชันในขณะที่ทำการโฮโมจิไนซ์ และยังพบว่าสารสกัดทั้ง 3 ชนิดนี้ มีค่า PV มากว่าตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่เติมทีบีเอชคิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ผลการทดลองนี้แตกต่างจากการทดลองของยุพา (2556) ที่ศึกษาศักยภาพของสารสกัดพืชที่ระดับความเข้มข้นเดียวกันในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันในน้ำมันถั่วเหลือง พบว่า สารสกัดผักแปม และ ทะโล้ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดไฮโดรเปอร์ออกไซด์ได้ในระดับปานกลางและมีค่าต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม BHT และแตกต่างจากการทดลองของ วริพัสย์ และ นราพร (2554) ที่พบว่าสารสกัดทะโล้ที่ระดับความเข้มข้นนี้ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการสร้างไฮโดรเปอร์ออกไซด์ได้ดีที่สุดในอิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระบบน้ำมันที่ศึกษาที่แตกต่างกัน โดยในการทดลองนี้ได้ศึกษาในระดับอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ จึงให้ผลการทดลองที่แตกต่างจากน้ำมันถั่วเหลืองและระบบอิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน ที่มีกลไกการเกิดออกซิเดชันที่เหมือนกัน (McClements and Decker, 2000)

สารสกัดกลุ่มที่ 2 ได้แก่ สารสกัด มันปลา ติ้วขาว เดื่อว้า กระโดน ก่อข้าว ส้มปี้ และเมี่ยงป่า พบว่า มีอัตราการเพิ่มค่า PV อย่างช้าๆ ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมและทีบีเอชคิว แต่ภายหลังจากการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 28 วัน พบว่าสารสกัด 2 ชนิด คือ ก่อข้าวและเดื่อว้า มีค่าเพิ่มสูงขึ้นจากตัวอย่างควบคุมและทีบีเอชคิว และพบว่าในวันสุดท้ายของการเก็บ สารสกัด 5 ชนิด ได้แก่ กระโดน มันปลา ส้มปี้ ติ้วขาวและเมี่ยงป่ามีค่า PV ต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่า สารกัดพืชที่มีค่า PV ต่ำกว่าตัวอย่างควบคุมที่เติมทีบีเอชคิว มีจำนวน 3 ชนิด ประกอบด้วย สารสกัดมันปลา ส้มปี้ และกระโดน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารสกัดพืชดังกล่าวมีคุณสมบัติในการกระจายตัวและละลายได้ดีที่รอยต่อระหว่างเฟสของน้ำและน้ำมันได้ดี (Tian and White, 1994). จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า สารสกัดพืชทั้ง 5 ชนิดนี้ มีความสามารถในการยับยั้งการสร้างไฮโดรเปอออกไซด์ในระหว่างการเก็บรักษาได้

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าพืชทั้ง10 ชนิดมีความสามารถในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันที่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารประกอบที่แตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด โดยสารประกอบบางชนิดอาจมีคุณสมบัติในการเป็นแอนตี้ออกซิแดนท์ และบางชนิดสามารถเป็นโปรออกซิแดนท์ได้ (Huang and Frankel, 1997)

2) Thiobarbituric-acid-reactive substance activity (TBARS)

วิธี TBARS เป็นการวิเคราะห์สารประกอบ เช่น อัลดีไฮด์ คีโตน ไฮโดรคาร์บอน และแอลกอฮอล์ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการสลายตัวของไฮโดรเปอร์ออกไซด์ จึงจัดเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นที่สองของการเกิดออกซเดชันในอิมัลชัน วิธีการนี้อาศัยการวัดสารประกอบเชิงซ้อนสีชมพูที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างมาลอนอัลดีไฮด์ (malonaldehyde, MDA) กับกรดบาร์บิทูริก (thiobarbituric acid) ที่ความยาวคลื่น 530-532 นาโนเมตร ซึ่งความเข้มข้นของสีชมพูจะแปรผันตรงกับปริมาณมาลอนด์อัลดีไฮด์ในตัวอย่าง และรายงานผลในหน่วยมิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ ต่อกิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ผลการทดลองในวันที่ 0 พบว่า ตัวอย่างอิมัลชันที่ทำการทดสอบทั้งหมดมีค่า TBARS อยู่ระหว่าง 0.83 - 1.12 มิลกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 4.4) ซึ่งวิธีการเตรียมตัวอย่าง และวิธีการทดสอบอาจมีผลต่อค่า TBARS เนื่องจากกรดไทโอบาร์บิทูริกเป็นสารที่ทำปฏิกิริยาไม่เฉพาะเจาะจงกับมาลอนอัลดีไฮด์เท่านั้น แต่มีสารหลายชนิดที่สามารถทำปฏิกิริยากับกรดไทโอบาร์บิทูริก แล้วก่อให้เกิดสารประกอบที่มีสีชมพูและสามารถดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 530-532 นาโนเมตรเช่นเดียวกัน (โอภา, 2550) จึงอาจก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนของการทดสอบ

ตารางที่ 4.4 ค่า TBARS ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 200 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา

สารสกัดพืช	TBARS (มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม) ที่วันต่างๆ ของการเก็บรักษา					
	0	7	14	21	28	35
ผักไผ่	1.08±0.15	8.26±1.17^{bc}	8.14±1.15^{d}	8.24±1.17^{d}	14.9±2.11^{d}	14.8±2.09^{d}
ส้มปี้	1.12±0.16	3.83±0.54^{a}	3.14±0.44^{ab}	4.20±0.59^{bc}	6.35±0.90^{c}	3.25±0.07^{ab}
ติ้วขาว	1.02±0.14	2.48±0.35^{a}	2.25±0.32^{ab}	2.40±0.34^{ab}	2.63±0.37^{ab}	2.75±0.07^{ab}
ผักแปม	1.05±0.15	7.09±1.00^{b}	9.07±1.28^{d}	11.50±1.63^{e}	15.21±2.15^{d}	14.66±2.07^{d}
เมี่ยงป่า	0.89±0.13	3.17±0.45^{a}	2.28±0.32^{ab}	2.65±0.37^{ab}	3.11±0.44^{ab}	3.83±0.04^{abc}
เดือว้า	1.01±0.14	3.75±0.53^{a}	5.65±0.80^{c}	5.00±0.71^{c}	5.30±0.75^{bc}	5.53±0.78^{bc}
กระโดน	0.83±0.12	3.19±0.45^{a}	1.42±0.20^{a}	1.60±0.23^{a}	1.82±0.26^{a}	2.38±0.11^{a}
ทะโล้	1.04±0.15	8.75±1.24^{c}	11.5±1.63^{e}	11.3±1.60^{e}	18.5±2.61^{e}	18.6±2.63^{e}
มันปลา	0.80±0.11	2.89±0.41^{a}	1.56±0.22^{a}	1.58±0.22^{a}	1.55±0.22^{a}	1.60±0.28^{a}
ก่อข้าว	0.90±0.13	3.48±0.49^{a}	2.87±0.41^{ab}	3.00±0.42^{ab}	3.56±0.50^{abc}	3.63±0.04^{abc}
ทีบีเอชคิว	1.00±0.14	2.31±0.33^{a}	2.44±0.35^{ab}	2.50±0.35^{ab}	2.50±0.35^{ab}	2.55±0.07^{a}
ควบคุม	1.10±0.16	3.51±0.50^{a}	4.03±0.57^{bc}	5.80±0.82^{c}	6.30±0.89^{c}	6.37±0.90^{c}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$).

ในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าตัวอย่างอิมัลชันควบคุมที่ไม่เติมสารสกัดพืชมีอัตราการเพิ่มของค่า TBARS อย่างช้าๆ และมีค่าสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ในขณะที่ ตัวอย่างที่เติมทีบีเอชคิวมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และเริ่มเพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา พบว่ามีอัตราการเพิ่มขึ้นของค่า TBARS อย่างช้าๆ และค่อนข้างคงที่จนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา.ในส่วนของสารสกัดพืชทั้ง 10 ชนิด พบว่า สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม อย่างชัดเจน เช่นเดียวกันกับ การตรวจสอบด้วยวิธี PV กลุ่มที่ 1 ได้แก่ สารสกัดผักแปม ผักไผ่ และทะโล้ โดยสารสกัดทั้งสามชนิดนี้ มีอัตราการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เพิ่มขึ้นของค่า TBARS เพิ่มสูงขึ้นกว่า ตัวอย่างควบคุมตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และ สารสกัดกลุ่มที่ 2 ทั้ง 7 ชนิด พบว่า มีเพียงสารสกัดเดื่อว้า ที่มีอัตราการเพิ่มของค่า PV ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม ($p \leq 0.05$) และพบว่าสารสกัดทั้ง 6 ชนิด มีค่าต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม และพบว่าสารสกัดสองชนิดคือ มันปลาและกระโดนมีค่า PV ไม่แตกต่างจากตัวอย่างทีบีเอชคิว ซึ่งแสดงให้เห็นว่า พืช เหล่านี้มีศักยภาพในการยับยั้งการเกิด มาลอนอัลดีไฮด์ ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของการเกิดออกซิเดชันในขั้นที่สอง ได้ และจากการทดลองจะเห็นได้ว่าพืชทั้ง 10 ชนิด มีแนวโน้มในการเกิดปฏิกิริยาคล้ายกับวิธี PV แต่มีพืชบางชนิดที่ให้ผลแตกต่างเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากวิธีในการตรวจสอบที่แตกต่างกัน

3) *p-anisidine* value (*p*-AV)

เป็นการวัดผลิตภัณฑ์ขั้นที่สองของการเกิดออกซิเดชัน โดยการวิเคราะห์หาปริมาณอัลดีไฮด์ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสลายตัวของไฮโดรเปอร์ออกไซด์ เกิดเป็นสารประกอบแอลดีไฮด์ 2 ชนิดหลักๆ คือ 2-อัลคีนอล (2-alkenal) และ 2,4 ไดอีนนอล (2,4-dienal) เมื่อทำปฏิกิริยากับพารา-อะนิสิดีนในสภาวะที่เป็นกรด เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีเหลือง ซึ่งสามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ที่ 350 นาโนเมตร การเพิ่มขึ้นของสารประกอบกลุ่มอัลดีไฮด์แสดงว่า ตัวอย่างอิมัลชันนั้นมีความไวต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (นิธิยา, 2548; white, 1995) ซึ่งค่า *p*-AV เป็นค่าที่ไม่มีหน่วย เนื่องจากวัดเป็นค่าการดูดกลืนแสง

ค่า *p*-AV ในวันที่ 0 ของทุกตัวอย่างมีค่าระหว่าง 0.35-0.91 ในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าในช่วง 7 วันแรกนั้น ค่า *p*-AV ในทุกๆตัวอย่างมีค่าใกล้เคียงกัน และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษามากขึ้น พบว่าทุกตัวอย่างมีค่า *p*-AV เพิ่มสูงขึ้น และตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา สารสกัดผักไผ่ แนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่วนสารสกัด ผักแปม เดื่อว้า และส้มปี้ มีค่าสูงกว่าตัวอย่างควบคุม และหลังจากเก็บไว้เป็นระยะเวลา 28 วัน พบว่าสารสกัดดังกล่าว มีแนวโน้มลดลงใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม อย่างไรก็ตาม พบว่า สารสกัด กลุ่มที่ 4 ได้แก่ กระโดน มันปลา เมี่ยงป่าและติ้วขาว มีประสิทธิภาพในการต่อต้านออกซิเดชันเทียบเท่าทีบีเอชคิว และยังพบว่าสารสกัดพืชในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา แตกต่างจากการวิเคราะห์ด้วยวิธี TBARS ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการวิเคราะห์ด้วยวิธี TBARS เป็นการหาปริมาณมาลอนอัลดีไฮด์ที่เกิดขึ้น ส่วน *p*-AV เป็นการหาปริมาณอัลดีไฮด์ ประเภทอัลคีนอล เป็นหลัก (Shahidi and Zhong, 2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.5 ค่า *p*-AV ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 200 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา

สารสกัดพืช	*p*-AV ที่วันต่าง ๆ ของการเก็บรักษา					
	0	7	14	21	28	35
ผักไผ่	0.91±0.13^{c}	1.15±0.16^{abc}	1.57±0.22^{cd}	1.87±0.27^{cd}	2.34±0.33^{d}	2.59±0.37^{c}
ส้มปี้	0.57±0.08^{b}	1.09±0.15^{abc}	1.18±0.17^{abc}	1.35±0.19^{abc}	1.98±0.28^{cd}	2.08±0.29^{abc}
ติ้วขาว	0.77±0.11^{c}	1.05±0.15^{abc}	1.14±0.16^{ab}	1.14±0.16^{a}	1.35±0.19^{a}	1.72±0.24^{ab}
ผักแปม	0.57±0.08^{b}	1.35±0.19^{c}	1.88±0.27^{d}	2.09±0.30^{d}	2.17±0.31^{cd}	2.27±0.32^{bc}
เมี่ยงป่า	0.35±0.05^{a}	1.03±0.15^{abc}	0.90±0.13^{a}	1.31±0.18^{abc}	1.19±0.17^{a}	1.55±0.22^{a}
เดื่อว้า	0.44±0.06^{ab}	1.28±0.18^{c}	1.79±0.25^{d}	1.99±0.28^{d}	2.01±0.28^{cd}	1.89±0.27^{ab}
กระโดน	0.44±0.06^{ab}	0.78±0.11^{a}	1.28±0.18^{abc}	1.28±0.18^{ab}	1.36±0.19^{a}	1.60±0.23^{a}
ทะโล้	0.48±0.07^{ab}	1.20±0.17^{bc}	1.50±0.04^{bcd}	1.78±0.05^{bcd}	1.91±0.05^{bcd}	2.27±0.32^{bc}
มันปลา	0.58±0.08^{b}	0.90±0.13^{ab}	1.12±0.16^{ab}	1.17±0.17^{a}	1.20±0.17^{a}	1.52±0.21^{a}
ก่อข้าว	0.54±0.08^{ab}	0.97±0.^{14abc}	1.14±0.16^{ab}	1.39±0.20^{abc}	1.69±0.24^{abc}	1.97±0.28^{abc}
ทีบีเอชคิว	0.52±0.07^{ab}	1.14±0.16^{abc}	1.07±0.15^{a}	1.37±0.19^{abc}	1.41±0.20^{ab}	1.93±0.27^{ab}
ควบคุม	0.58±0.08^{b}	1.11±0.16^{abc}	1.10±0.03^{ab}	1.60±0.45^{abcd}	1.67±0.05^{abc}	2.25±0.07^{bc}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$).

4) ความคงตัวของน้ำมัน (the oil stability index (OSI))

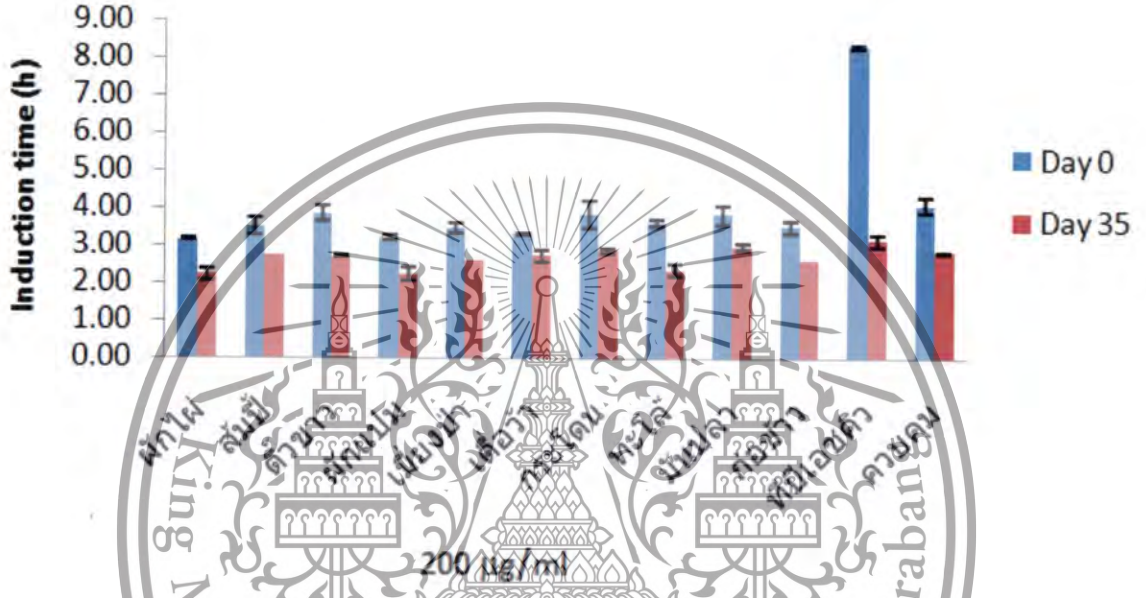
วิธีการนี้สามารถวิเคราะห์ค่าความคงตัวของอิมัลชันได้โดยใช้เครื่อง Rancimat ซึ่งเป็นการตรวจสอบสารประกอบที่ระเหยได้ ด้วยการให้ความร้อนและอากาศภายใต้สภาวะที่กำหนดกับตัวอย่างน้ำมัน เกิดเป็นสารประกอบที่ระเหยได้ ส่วนใหญ่เป็นกรดอินทรีย์สายสั้น ได้แก่ กรดฟอร์มิกและกรดอะซิติก สารประกอบที่ระเหยเหล่านี้จะทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันและถือเป็นจุดสิ้นสุด ซึ่งแสดงในค่า induction time คือค่าความคงตัวของน้ำมัน (the oil stability index (OSI)) (Wan, 1995) น้ำมันที่มีค่า induction time สูง แสดงว่ามีความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันสูงกว่าน้ำมันที่มีค่า induction time ที่ต่ำกว่า

จากผลการทดลองพบว่า ในวันที่ 0 ค่า induction time มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 4.1) จากนั้นตัวอย่างควบคุมมีค่า induction time ลดลง เมื่อระยะเวลาการเก็บ 35 วัน แสดงว่าน้ำมันมีความคงตัวต่อการเกิดอิมัลชันลดลง ซึ่งตรงกันข้ามกับวิธีการอื่นๆ ที่ค่า induction time จะลดลง ในขณะที่ค่าจากการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์จากการเกิดออกซิเดชันจะเพิ่มขึ้น ส่วนตัวอย่างที่เติมที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บีเอชคิวมีแนวโน้มการลดลงของค่า induction time แต่ยังคงให้ค่าสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา

ตัวอย่างอิมัลชันที่เติมสารสกัดพืชแต่ละชนิด มีค่า induction time ลดลง ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยสารสกัด ส้มปี้และกระโดน มีค่า induction time ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม และพบว่า สารสกัดมันปลา มีความสามารถในการต่อต้านการเกิดออกซิเดชันได้เทียบเท่าทีบีเอชคิว



ภาพที่ 4.1 ค่า Induction time ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30 เปอร์เซ็นต์ที่ผสมสารสกัดพืช 200 พีพีเอ็ม ในวันที่ 0 และ 35 ของการเก็บรักษา

4.2.1.2 **อิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30 เปอร์เซ็นต์ที่ผสมสารสกัดพืช 500 พีพีเอ็ม**

1)_Peroxide Value (PV)

สำหรับค่า PV ของอิมัลชันที่เติมสารสกัดพืชที่ความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม แต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังตารางที่ 4.6 จากการทดลองพบว่า สารสกัดพืชจำนวน 2 ชนิด ที่มีค่า PV สูงกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ได้แก่ ผักไผ่ และ ผักแปม ซึ่งแตกต่างจากที่ความเข้มข้น 200 พีพีเอ็ม ทีพบว่ามีสารสกัดพืช 3 ชนิด ได้แก่ ผักแปม ผักไผ่ และทะโล้ อาจเนื่องมาจากการเพิ่มความเข้มข้นมีผลให้สารสกัดทะโล้มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดออกซเดชันได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดพืช จำนวน 5 ชนิด คือ สารสกัด ส้มปี้ กระโดน มันปลา ทะโล้ และติ้วขาวนั้น มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการสร้างไฮโดรเปอออกไซด์ได้ดีกว่าตัวอย่างทีบีเอชคิว และพบว่าสารสกัดพืชส่วนใหญ่มีค่าอัตราการเกิดไฮโดรเปอออกไซด์

เอกสารนี้มีไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ต่ำกว่าอิมัลชันที่เติมสารสกัดพืช 200 พีพีเอ็ม แสดงให้เห็นว่า การเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัด จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการยับยั้งการสร้างไฮโดรเปอออกไซด์ ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mattia และคณะ (2009) ที่พบว่าสารประกอบฟีนอลิคมีความสามารถในการต้านออกซิเดชันดีขึ้น เมื่อเพิ่มความเข้มข้นจาก 250 เป็น 500 ไมโครโมลาร์

ตารางที่ 4.6 ค่าเปอร์ออกไซด์ (PV) ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 500 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา

สารสกัดพืช	ค่า PV (มิลลิกรัมสมมูลย์เปอร์ออกไซด์ต่อกิโลกรัม) ที่วันต่าง ๆ ของการเก็บรักษา					
	0	7	14	21	28	35
ผักไผ่	2.48±0.04^{g}	7.91±0.01^{k}	7.32±0.05^{h}	13.19±0.10^{k}	15.3±0.07^{k}	20.1±0.02^{l}
ส้มปี้	1.24±0.01^{c}	2.98±0.01^{d}	2.47±0.02^{a}	5.37±0.04^{e}	6.39±0.01e	8.52±0.02^{e}
ติ้วขาว	1.46±0.01^{d}	2.03±0.04^{a}	2.95±0.01^{b}	4.74±0.04^{c}	6.02±0.03^{c}	6.74±0.01^{c}
ผักแปม	2.44±0.01^{g}	7.47±0.05^{j}	11.17±0.04^{j}	15.7±0.14^{l}	17.27±0.04^{l}	19.71±0.13^{k}
เมี่ยงป่า	2.19±0.02^{f}	2.77±0.05^{c}	4.08±0.04^{d}	6.3±0.00^{f}	14.36±0.01^{g}	10.20±0.01^{h}
เดื่อว้า	2.46±0.01^{g}	3.96±0.01^{i}	6.39±0.02^{g}	9.14±0.01^{j}	8.84±0.01^{j}	11.89±0.01^{i}
กระโดน	0.99±0.02^{b}	2.98±0.01^{d}	3.86±0.01^{c}	5.23±0.04^{e}	6.09±0.02^{d}	6.66±0.06^{c}
ทะโล้	0.77±0.02^{a}	2.97±0.04^{d}	2.44±0.05^{a}	4.39±0.02^{b}	5.01±0.01^{b}	6.03±0.04^{b}
มันปลา	0.74±0.01^{a}	2.26±0.01^{b}	2.51±0.23^{a}	2.87±0.01^{a}	3.38±0.01^{e}	3.4±0.07^{a}
ก่อข้าว	1.74±0.02^{e}	3.48±0.01^{f}	4.18±0.02^{d}	7.36±0.01^{i}	9.78±0.04^{h}	9.34±0.02^{g}
ทีบีเอชคิว	0.99±0.01^{b}	3.16±0.01^{e}	4.88±0.01^{f}	6.66±0.01^{g}	8.02±0.03^{i}	8.92±0.01^{f}
ควบคุม	1.24±0.01^{c}	3.68±0.04^{h}	4.36±0.01^{e}	6.96±0.01^{h}	10.21±0.01^{i}	13.7±0.01^{j}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2) TBARS

ภายหลังการเก็บรักษาอิมัลชันที่เติมสารสกัดพืช 500 พีพีเอ็ม พบว่า สารสกัดพืชส่วนใหญ่มีค่า TBARS ลดลงกว่าอิมัลชันที่เติมสารสกัดพืช 200 พีพีเอ็ม และต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม พบว่าแนวโน้มของพืชส่วนใหญ่มีค่า TBARS ลดลงกว่าอิมัลชันที่เติมสารกัด 200 พีพีเอ็มสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zhou and Elias (2013) พบว่าเมื่อสารสกัดมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่า TBARS ในอิมัลชันลดลงโดยสารสกัดพืชในที่มีค่า TBARS มากกว่าตัวอย่างควบคุม ได้แก่ ผักไผ่และผักแปม ให้ผลเหมือนค่า PV และสารสกัดพืชที่มีค่า TBARS ต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม ได้แก่ ก่อข้าว เมี่ยงป่า ทะโล้ และติ้วขาว และพบว่าสารสกัดมันปลามีค่า TBARS ต่ำกว่าทีบีเอชคิว ดังตารางที่ 4.7 จากการใช้สารสกัดมันปลาทั้งสองความเข้มข้นพบว่ามีประสิทธิภาพสูงที่สุด ในการยับยั้งการเกิดมาลอนอัลดีไฮด์จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.7 ค่า TBARS ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 500 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา

สารสกัดพืช	TBARS (มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม) ที่วันต่าง ๆ ของการเก็บรักษา					
	0	7	14	21	28	35
ผักไผ่	2.52±0.02^{g}	4.34±0.04^{i}	5.84±0.06^{f}	6.84±0.03^{k}	7.23±0.04^{i}	7.45±0.05^{j}
ส้มปี้	1.75±0.06^{a}	2.1±0.02^{b}	2.11±0.03^{b}	2.79±0.04^{c}	2.99±0.01^{c}	3.53±0.04^{c}
ติ้วขาว	2.42±0.03^{a}	2.22±0.02^{c}	2.41±0.03^{b}	2.64±0.03^{b}	2.84±0.01^{b}	3.15±0.02^{b}
ผักแปม	2.43±0.01^{f}	5.26±0.04^{j}	5.82±0.03^{f}	6.45±0.07^{j}	7.53±0.04^{j}	8.06±0.06^{k}
เมี่ยงป่า	1.84±0.02^{c}	2.72±0.03^{d}	3.39±0.04^{c}	3.8±0.04^{d}	4.58±0.04^{e}	4.94±0.07^{bc}
เดื่อว้า	2.19±0.02^{e}	3.54±0.04^{h}	4.32±0.04^{e}	5.78±0.03^{i}	6.05±0.05^{h}	6.78±0.01^{d}
กระโดน	2.19±0.03^{e}	3.52±0.05^{h}	3.82±0.03^{d}	4.08±0.03^{e}	4.54±0.04^{e}	5.55±0.04^{f}
ทะโล้	2.42±0.01^{f}	2.94±0.03^{e}	3.27±0.03^{c}	4.19±0.04^{f}	4.23±0.04^{d}	4.31±0.04^{ab}
มันปลา	1.67±0.01^{a}	1.75±0.03^{a}	1.59±0.01^{a}	1.75±0.03^{a}	1.83±0.03^{a}	1.86±0.03^{a}
ก่อข้าว	2.42±0.04^{f}	3.27±0.03^{g}	3.16±0.04^{c}	4.11±0.03^{ef}	5.07±0.04^{f}	5.46±0.08^{c}
ทีบีเอชคิว	2.09±0.05^{d}	3.15±0.03^{f}	4.30±0.05^{e}	4.81±0.06^{g}	5.53±0.08^{g}	6.19±0.04^{a}
ควบคุม	2.15±0.01^{de}	3.24±0.02^{g}	4.07±0.02^{de}	5.37±0.09^{h}	5.59±0.04^{g}	5.89±0.08^{d}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3) *p*-AV

ภายหลังการเก็บรักษาอิมัลชันที่เติมสารสกัดพืช 500 พีพีเอ็ม (ตารางที่ 4.8) พบว่าอิมัลชันที่เติมสารสกัดพืชมีค่า *p*-AV ใกล้เคียงกันตลอดการเก็บนาน 35 วัน และพบว่ามีเพียงสารสกัดพืช ผักแปม และผักไผ่ที่มีค่า *p*-AV สูงกว่าตัวอย่างควบคุมตลอดระยะเวลาการเก็บซึ่งให้ผลเหมือนค่า PV และ TBARS และ พบว่าแตกต่างจากการเติมสารสกัดพืชที่ 200พีพีเอ็ม ที่พบว่ามีพืช 4 ชนิดได้แก่ ผักไผ่ ผักแปม ทะโล้ และเดื่อว้าที่มีค่าสูงกว่าตัวอย่างควบคุม แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดพืชมีผลให้สารสกัดพืชส่วนใหญ่มีค่า *p*-AV ลดลงกว่าอิมัลชันที่เติมสารสกัดพืช 200 พีพีเอ็ม S และสารสกัดพืชที่มีค่า *p*-AV ต่ำกว่าตัวอย่างควบคุมที่เติม ทีบีเอชคิว ได้แก่มันปลา กระโดน เมี่ยงป่า และส้มปี้ ดังตารางที 4.9 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารสกัดพืชเหล่านี้เมื่อเพิ่มความเข้มข้นมีผลช่วยเพิ่มประสิทธิภาพยับยั้งการเกิดออกซิเดชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

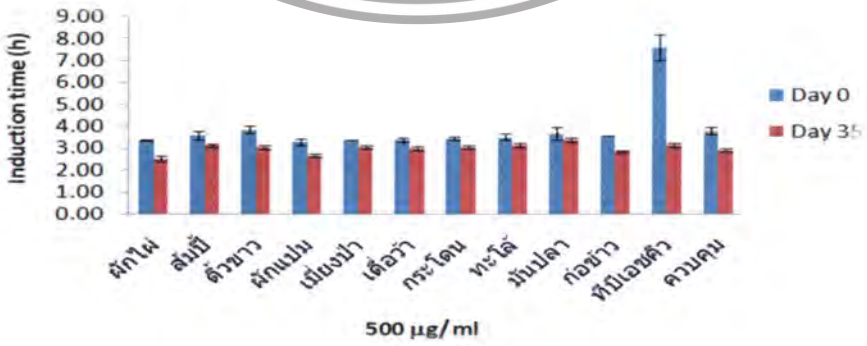
ตารางที่ 4.8 ค่า *p*-AV ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 500 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา

สารสกัดพืช	*p*-AV ที่วันต่างๆ ของการเก็บรักษา					
	0	7	14	21	28	35
ผักไผ่	0.53±0.02^{a}	1.32±0.01^{g}	1.53±0.04^{i}	1.89±0.02^{h}	2.23±0.03^{g}	2.51±0.04^{h}
ส้มปี้	0.69±0.01^{c}	0.89±0.01^{b}	1.18±0.02^{e}	1.49±0.01^{f}	1.67±0.02^{d}	1.57±0.02^{b}
ติ้วขาว	0.71±0.02^{c}	1.05±0.02^{d}	0.95±0.04^{b}	1.41±0.04^{e}	1.59±0.01^{c}	1.96±0.02^{e}
ผักแปม	0.70±0.02^{c}	1.25±0.02^{f}	1.15±0.02^{de}	1.85±0.03^{h}	1.98±0.01^{e}	2.72±0.02^{i}
เมี่ยงป่า	0.57±0.02^{ab}	1.01±0.01^{c}	0.85±0.02^{a}	1.03±0.04^{a}	1.53±0.01^{b}	1.59±0.01^{bc}
เดื่อว้า	0.83±0.02^{e}	1.08±0.01^{d}	1.29±0.02^{f}	1.57±0.04^{g}	1.66±0.01^{d}	1.81±0.01^{d}
กระโดน	0.74±0.02^{cd}	1.13±0.01^{e}	1.24±0.02^{f}	1.29±0.02^{cd}	1.42±0.01^{a}	1.41±0.01^{a}
ทะโล้	0.72±0.02^{c}	0.74±0.01^{a}	1.13±0.04^{de}	1.21±0.02^{b}	1.66±0.02^{d}	1.63±0.01^{c}
มันปลา	0.77±0.02^{d}	0.72±0.01^{a}	1.46±0.02^{a}	1.22±0.02^{b}	1.55±0.04^{bc}	1.58±0.03^{bc}
ก่อข้าว	0.71±0.01^{c}	1.05±0.01^{d}	1.35±0.01^{g}	1.23±0.03^{bc}	2.14±0.02	2.17±0.01^{f}
ทีบีเอชคิว	0.54±0.02^{a}	1.12±0.03^{e}	1.05±0.04^{c}	1.35±0.04^{de}	1.43±0.02^{a}	1.94±0.01^{e}
ควบคุม	0.59±0.01^{c}	1.18±0.03^{e}	1.09±0.01^{cd}	1.63±0.04^{g}	1.68±0.01^{d}	2.25±0.01^{g}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

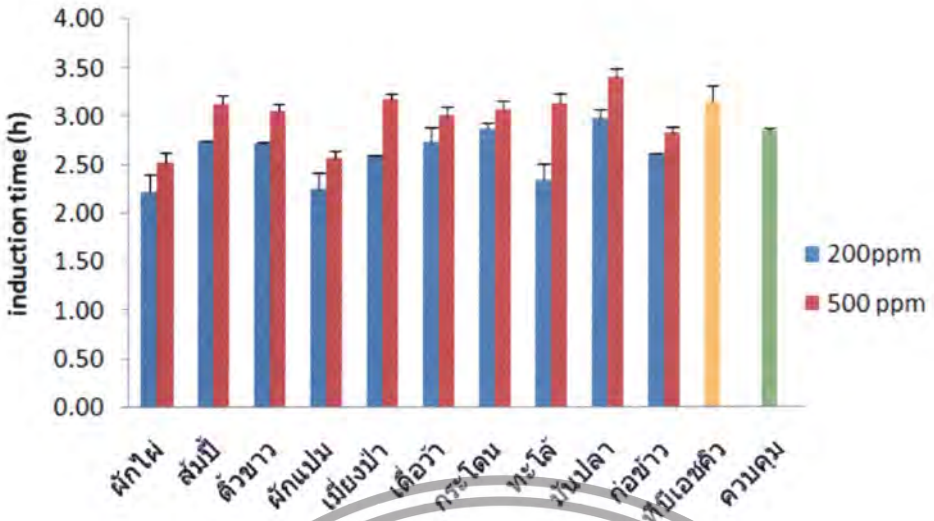
4) ความคงตัวของน้ำมัน (Oil stability index (OSI))

ภายหลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 35 วัน สารสกัดพืชที่ความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม พบว่า ส่วนใหญ่ มีค่า induction time เพิ่มขึ้นเล็กน้อยจาก 200 พีพีเอ็ม และพบว่าสารสกัด ที่มีประสิทธิภาพดีเทียบเท่าทีบีเอชคิว คือ สารสกัดส้มปี้ เมี่ยงป่า กระโดน และทะโล้ และมีเพียงสารสกัดมันปลา ที่มีค่า induction time มากกว่าตัวอย่างควบคุมที่เติมทีบีเอชคิว



ภาพที่ 4.2 ค่า Induction time (h) ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 500 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา 0 และ 35 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาพที่ 4.3 ค่า Induction time (h) ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 200 และ 500 พีพีเอ็ม ที่เก็บรักษาไว้ 35 วัน

4.2.2 อิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10 เปอร์เซนต์

สารสกัดจากพืช 10 ชนิด ถูกเติมลงในอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำที่มีระดับของน้ำมัน 10 เปอร์เซนต์ ที่เตรียมจากบัฟเฟอร์ พีเอช 5.4 โดยกำหนดความเข้มข้นของสารสกัด 2 ระดับ ได้แก่ 200 และ 500 พีพีเอ็ม จากนั้นตัวอย่างอิมัลชันจะถูกเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสในตู้ควบคุมอุณหภูมิเป็นเวลา 35 วัน แล้วนำมาวิเคราะห์การต้านการเกิดออกซิเดชันด้วยวิธี PV, TBARS *p-anisidine* และ rancimat โดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่ไม่เติมสารสกัดพืชและตัวอย่างที่เติมทีบีเอชคิว 100 พีพีเอ็ม

4,2.3.1 อิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 200 พีพีเอ็ม

1)_Peroxide Value (PV)

การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยวิธี PV พบว่า ภายหลังการเก็บเป็นระยะเวลา 35 วัน ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.9) พบว่าตัวอย่างอิมัลชันที่เติมทีบีเอชคิวให้ผลในการต่อต้านในการเกิดออกซิเดชันได้ดีเช่นเดียวกับในน้ำมัน 30 เปอเซนต์ คือทีบีเอชคิวสามารถให้ไฮโดรเจนอะตอมกับอนุมูลอิสระของกรดไขมัน โมเลกุลจึงมีความเสถียร และไม่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน เกิดเป็นไฮโดรเปอออกไซด์ได้ ถึงแม้ว่า ทีบีเอชคิวจะเพิ่มจาก 3.94 เป็น 9.20 มิลลิกรัมสมมูลย์เปอร์ออกไซด์ต่อกิโลกรัม แต่มีค่าต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม 17.97 20 มิลลิกรัมสมมูลย์เปอร์ออกไซด์ต่อกิโลกรัม เป็นอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สำหรับค่า PV ของอิมัลชันที่เติมสารสกัดพืช 200 พีพีเอ็ม พบว่าสารสกัดแต่ละชนิดมีค่า PV แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงว่า ชนิดของพืชมีผลต่อการต่อต้านการเกิดออกซิเดชัน ตัวอย่างควบคุมที่ไม่ได้เติมสารสกัดพืช พบว่ามีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่า PV อย่างต่อเนื่อง และมีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา และยังพบว่ามีอัตราการเพิ่มขึ้นของค่า PV มากกว่าอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำที่มีน้ำมัน 30 เปอร์เซนต์ และพบว่า สารสกัดพืช 3 ชนิด ได้แก่ ผักไผ่ ผักแปม และเดื่อว้า มีค่า PV สูงกว่า ตัวอย่างควบคุม ($p \leq 0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา จะเห็นได้ว่าสารสกัดผักไผ่ และผักแปมให้ผลการทดลองเหมือนกับน้ำมัน 30 เปอร์เซนต์ แต่แตกต่างตรงสารสกัดเดื่อว้า อาจเป็นผลเนื่องมาจากผลของการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำในระบบ จาก 70 เป็น 90 เปอร์เซนต์ มีผลทำให้สารสกัดบางชนิดมีประสิทธิภาพลดลง และยังพบว่า และสารสกัดที่พบว่ามีความสามารถในการต่อต้านการเกิดออกซิเดชันได้ดีเทียบเท่าทีบีเอชคิว ได้แก่ กระโดนและทะโล้ ซึ่งแตกต่างจากอิมัลชันที่มีน้ำมัน 30 เปอร์เซนต์ ที่พบว่าสารสกัดมันปลา และส้มปี้ อาจเนื่องมาจากสาเหตุที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ที่สารประกอบที่อยู่ในพืชนั้นๆ อาจมีประสิทธิภาพดีขึ้นหรือลดลง เนื่องจากระบบอิมัลชันที่มีการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนที่เป็นน้ำในระบบเพิ่มขึ้นนอกนั้นจัดอยู่ในกลุ่มสาม คือ มีประสิทธิภาพในการต่อต้านออกซิเดชันของอิมัลชันปานกลาง

ตารางที่ 4.9 ค่า PV ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 200 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา

สารสกัดพืช	PV (มิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ต่อกิโลกรัม) ที่วันต่างๆ ของการเก็บรักษา				
	0	7	14	21	35
ผักไผ่	10.3±3.60^{d}	13.1±4.41^{d}	12.7±2.38^{f}	17.1±2.98^{d}	24.8±3.77^{ef}
ส้มปี้	4.73±0.95^{ab}	5.64±0.98^{ab}	8.50±0.58^{cde}	11.8±0.64^{bc}	16.9±2.75^{d}
ติ้วขาว	4.91±1.05^{ab}	5.97±1.12^{ab}	8.66±0.45^{cde}	11.4±0.52^{bc}	16.4±3.47^{cd}
ผักแปม	6.38±1.69^{bc}	7.45±0.92^{abc}	12.25±2.06^{f}	16.10±1.01^{d}	26.2±4.31^{f}
เมี่ยงป่า	5.98±2.33^{bc}	8.69±2.66^{bc}	9.65±0.91^{de}	13.1±1.02^{c}	22.9±3.32^{e}
เดื่อว้า	9.08±3.00^{cd}	10.8±4.41^{cd}	12.6±0.59^{f}	17.00±1.15^{d}	26.2±3.64^{f}
กระโดน	4.94±2.30^{ab}	5.45±2.37^{ab}	5.64±0.49^{ab}	8.68±2.14^{a}	10.3±0.40^{ab}
ทะโล้	5.39±2.83^{ab}	5.68±2.77^{ab}	4.86±0.80^{a}	8.89±2.18^{a}	12.6±0.53^{abc}
มันปลา	2.46±0.53^{a}	4.99±1.85^{ab}	6.90±0.80^{bc}	8.41±1.19^{a}	14.3±0.66^{cd}
ก่อข้าว	5.68±2.15^{ab}	7.84±1.13^{abc}	9.91±0.84^{e}	12.13±1.81	13.7±0.31^{bcd}
ทีบีเอชคิว	3.94±0.04^{ab}	4.00±0.00^{a}	6.25±0.49^{ab}	8.40±1.85^{a}	9.20±0.91^{a}
ควบคุม	3.97±0.84^{ab}	5.32±2.14^{ab}	8.00±1.15^{cd}	10.1±0.34^{ab}	18.0±1.63^{d}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2) TBARS

ภายหลังการเก็บรักษา อิมัลชันที่เติมสารสกัดพืช 200 พีพีเอ็ม พบว่าค่า TBARS ของทุกตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้น โดยตัวอย่างควบคุมมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.81 - 3.85 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม และพบว่าสารสกัด ผักแปม และเดื่อว้า มีผลในการเร่งออกซิเดชันในอิมัลชัน โดยให้ผลเหมือนกันกับการวิเคราะห์ด้วยค่า PV อย่างไรก็ตามมีสารสกัดบางชนิดที่ให้ผลการวิเคราะห์แตกต่างจากวิธี PV โดยพบว่า ผักไผ่ ให้ผลแตกต่างจาก PV และพบว่าสารสกัดมันปลา และกระโดน ให้ผลในการต่อต้านดีกว่าสารสกัดพืชชนิดอื่นๆโดยต่ำกว่าทีบีเอชคิว แต่ยังคงดีกว่าตัวอย่างควบคุมเป็นอย่างมาก

ตารางที่ 4.10 ค่า TBARS ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 200 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา

สารสกัดพืช	TBARS (มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม) ที่วันต่าง ๆ ของการเก็บรักษา				
	0	7	14	21	35
ผักไผ่	0.99±0.18^{b}	1.49±0.29^{ab}	2.40±0.02^{cd}	3.44±0.55^{de}	3.93±0.70^{fg}
ส้มปี้	0.66±0.21^{ab}	1.44±0.38^{ab}	2.35±0.11^{cd}	2.68±0.34^{cd}	3.14±0.33^{de}
ติ้วขาว	0.54±0.23^{a}	1.42±0.31^{ab}	2.02±0.43^{bc}	2.49±0.34^{bc}	2.89±0.24^{cd}
ผักแปม	0.73±0.28^{ab}	1.60±0.44^{ab}	2.70±0.10^{d}	3.60±0.39^{ef}	4.49±0.49^{g}
เมี่ยงป่า	0.80±0.20^{ab}	1.43±0.43^{ab}	2.40±0.26^{cd}	2.80±0.30^{cd}	3.70±0.59^{ef}
เดื่อว้า	0.99±0.30^{b}	1.58±0.29^{ab}	2.69±0.12^{d}	3.63±0.41^{ef}	4.30±0.73^{fg}
กระโดน	0.52±0.29^{a}	1.12±0.34^{ab}	1.60±0.50^{ab}	1.66±0.28^{a}	2.06±0.27^{b}
ทะโล้	0.68±0.23^{ab}	1.20±0.36^{ab}	1.74±0.60^{ab}	1.79±0.39^{ab}	2.30±0.02^{bc}
มันปลา	0.53±0.23^{a}	1.09±0.09^{a}	1.79±0.07^{ab}	2.06±0.13^{abc}	2.35±0.12^{bc}
ก่อข้าว	0.61±0.30^{ab}	1.70±0.36^{ab}	2.41±0.36^{cd}	2.78±0.47^{cd}	2.71±0.28^{bcd}
ทีบีเอชคิว	0.48±0.12^{a}	1.61±0.63^{ab}	1.46±0.41^{a}	1.44±0.32^{a}	1.20±0.06^{a}
ควบคุม	0.81±0.34^{ab}	1.78±0.64^{b}	1.99±0.40^{abc}	3.34±1.30^{ef}	3.85±0.74^{fg}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3) p-AV

ภายหลังการเก็บรักษาอิมัลชันที่เติมสารสกัดพืช 200 พีพีเอ็ม (ตารางที่ 4.11) พบว่า อิมัลชันที่เติมสารสกัดพืชมีค่า *p*-AV ใกล้เคียงกันตลอดการเก็บนาน 35 วัน และพบว่ามีเพียงสารสกัดพืช ผักแปม และเดื่อว้า ที่มีค่า *p*-AV สูงกว่าตัวอย่างควบคุมตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งให้ผลเหมือนค่า PV และ TBARS และพบว่าสารสกัดพืชส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ออกซิเดชันด้วยวิธี *p*-AV และพบว่า สารสกัดมันปลา และกระโดน ให้ผลในการต่อต้านออกซิเดชันสูงกว่ากว่าที่บีเอชคิว

ตารางที่ 4.11 ค่า *p*-AV ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 200 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา

สารสกัดพืช	*p*-AV ที่วันต่างๆ ของการเก็บรักษา				
	0	7	14	21	35
ผักไผ่	1.33±0.16^{d}	1.52±0.06^{b}	1.93±0.30^{d}	1.95±0.18^{bc}	1.95±0.17^{cdef}
ส้มปี้	0.88±0.21^{abc}	1.09±0.28^{ab}	1.84±0.12^{cd}	1.60±0.37^{abc}	1.78±0.08^{abc}
ติ้วขาว	0.86±0.08^{abc}	1.23±0.10^{ab}	1.47±0.21^{ab}	1.99±0.06^{c}	1.78±0.05^{abc}
ผักแปม	0.97±0.13^{abc}	1.38±0.11^{ab}	1.58±0.06^{ab}	1.92±0.21^{bc}	2.03±0.04^{cdef}
เมี่ยงป่า	1.15±0.15^{cd}	1.34±0.10^{ab}	1.62±0.05^{abc}	1.81±0.32^{bc}	1.93±0.07^{cde}
เดื่อว้า	1.35±0.10^{d}	1.53±0.12^{b}	1.64±0.08^{abc}	1.83±0.16^{bc}	2.11±0.15^{ef}
กระโดน	0.99±0.32^{abc}	1.51±0.24^{b}	1.40±0.13^{a}	1.40±0.33^{abc}	1.62±0.08^{ab}
ทะโล้	0.90±0.23^{abc}	1.01±0.36^{a}	1.64±0.05^{abc}	1.30±0.38^{ab}	1.81±0.09^{bcd}
มันปลา	0.83±0.12^{ab}	1.19±0.37^{ab}	1.63±0.08^{abc}	1.40±0.37^{abc}	1.53±0.32^{a}
ก่อข้าว	0.73±0.17^{a}	1.23±0.40^{ab}	1.68±0.11^{bcd}	1.69±0.05^{abc}	1.97±0.38^{cdef}
ทีบีเอชคิว	1.06±0.11^{bc}	1.26±0.21^{ab}	1.85±0.22^{cd}	1.54±0.33^{abc}	2.06±0.10^{def}
ควบคุม	0.90±0.21^{abc}	1.14±0.41^{ab}	1.69±0.21^{bcd}	1.05±1.04^{a}	2.22±0.01f

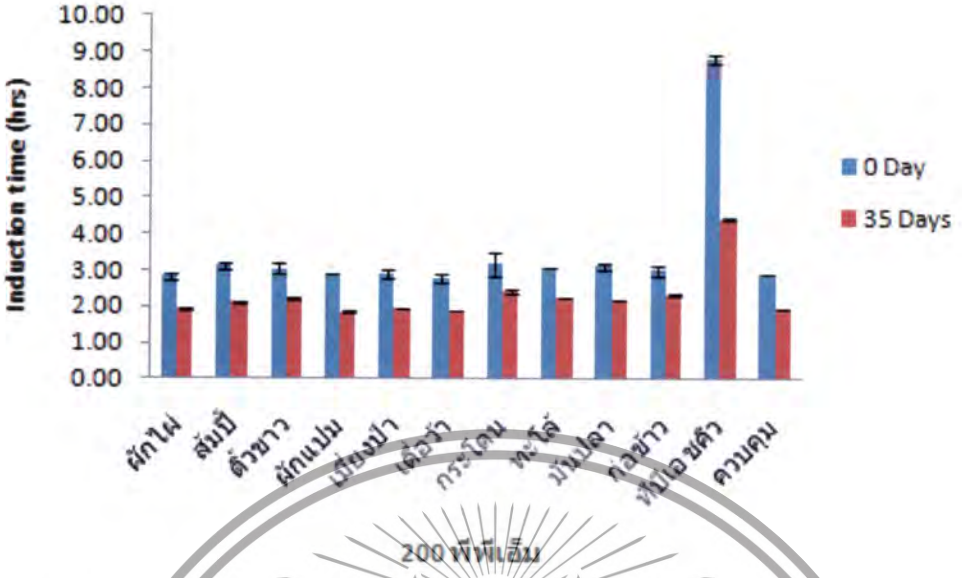
หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4)ความคงตัวของน้ำมัน (the oil stability index

จากผลการทดลองพบว่า ในวันที่ 0 ค่า induction time มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 4.4) จากนั้นตัวอย่างควบคุมมีค่า induction time ลดลง เมื่อระยะเวลาการเก็บ 35 วัน แสดงว่าน้ำมันมีความคงตัวต่อการเกิดอิมัลชันลดลง ซึ่งตรงกันข้ามกับวิธีการอื่นๆ ที่ค่า induction time จะลดลง ในขณะที่ค่าจากการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์จากการเกิดออกซิเดชันจะเพิ่มขึ้น ส่วนตัวอย่างที่เติมทีบีเอชคิวมีแนวโน้มการลดลงของค่า induction time แต่ยังคงให้ค่าสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา

ตัวอย่างอิมัลชันที่เติมสารสกัดพืชแต่ละชนิด มีค่า induction time ลดลง ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยสารสกัด ผักไผ่ ผักแปมและเดื่อว้ามีค่าต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม และพบว่าสารสกัดก่อข้าว และกระโดน มีค่า induction time สูงกว่าตัวอย่างควบคุม และมากกว่าสารสกัดพืชอื่นๆ ซึ่งให้ผลเหมือนกับวิธี อื่นๆ แสดงให้เห็นว่า มันปลาและกระโดนมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันในอิมัลชันที่มีน้ำมัน 10 เปอร์เซนต์ได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาพที่ 4.4 ค่า Induction time (h) ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 200 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา 0 และ 35 วัน

4,2.3.2 อิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 500 พีพีเอ็ม

1) PV

เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดพืชเป็น 500 พีพีเอ็ม ภายหลังทำการเก็บรักษา พบว่า สารสกัดพืชส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพดีขึ้นคือมีค่า PV ต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม และสารสกัดเดื่อว้า ผักแปมและผักไผ่ ยังคงมีค่า PV มากกว่าตัวอย่างควบคุมตลอดระยะเวลาการเก็บ ให้ผลเช่นเดียวกันกับสารสกัดพืชที่ 200 พีพีเอ็ม แสดงว่าการเพิ่มขึ้นของความเข้มพืชไม่มีผลในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันกับพืชทั้งสามชนิดนี้ และยังคงพบว่า สารสกัดพืช สองชนิด คือมันปลาและกระโดน มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดไฮโดรเปอร์ออกไซด์ได้ดี เทียบเท่าทีบีเอชคิว และพบว่ามีประสิทธิภาพดีกว่าสารสกัดพืชที่ 200 พีพีเอ็ม และสารสกัดมันปลายังคงมีประสิทธิภาพในการต่อต้านการเกิดออกซิเดชันได้ดีเช่นเดียวกับในอิมัลชันที่มีน้ำมัน30เปอร์เซนต์ แสดงว่า ระดับสัดส่วนของน้ำมันที่เปลี่ยนไป ไม่มีผลต่อสารสกัดชนิดนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.12 ค่า PV ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 500 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา

สารสกัดพืช	PV (มิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ต่อกิโลกรัม) ที่วันต่าง ๆ ของการเก็บรักษา				
	0	7	14	21	35
ผักไผ่	9.50±4.04^{d}	11.4±2.99^{e}	12.6±2.52^{d}	18.1±4.33^{d}	25.8±3.19^{d}
ส้มปี้	3.75±0.96^{abc}	6.31±0.73^{bcd}	8.75±1.75^{bc}	12.2±1.86^{b}	16.3±0.60^{c}
ติ้วขาว	3.88±2.18^{abc}	5.92±2.22^{abc}	8.05±2.05^{bc}	11.5±3.87^{b}	14.1±0.42^{bc}
ผักแปม	6.14±2.53^{bc}	9.19±3.13^{de}	10.3±4.12^{cd}	16.6±3.05^{cd}	26.8±0.96^{d}
เมี่ยงป่า	5.82±2.15^{bc}	7.10±1.47^{bcd}	7.10±2.58^{abc}	11.88±1.01^{b}	14.4±0.73^{bc}
เดื่อว้า	7.00±2.30^{cd}	10.4±2.80^{e}	12.9±2.82^{d}	17.4±2.68^{d}	24.9±1.89^{d}
กระโดน	3.92±1.79^{abc}	5.56±2.01^{abc}	6.11±1.75^{ab}	7.47±0.71^{a}	9.80±1.77^{a}
ทะโล้	4.22±1.53^{abc}	4.72±1.54^{abc}	6.75±2.06^{abc}	10.0±1.15^{ab}	12.1±0.83^{ab}
มันปลา	2.96±0.78^{ab}	4.06±0.83^{ab}	3.75±0.96^{a}	6.72±1.11^{a}	10.8±1.56^{a}
ก่อข้าว	5.84±2.30^{bc}	7.50±0.58^{cd}	8.60±1.71^{bc}	12.0±2.37^{b}	14.9±0.70^{c}
ทีบีเอชคิว	2.20±0.49^{a}	3.18±0.55^{a}	4.16±1.45^{a}	6.47±0.61^{a}	10.4±0.45^{a}
ควบคุม	3.00±0.82^{ab}	4.68±0.46^{abc}	8.84±1.33^{bc}	13.10±3.03^{bc}	24.8±2.63^{d}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2) TBARS

เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดพืชเป็น 500 พีพีเอ็ม พบว่า พืชสามชนิดได้แก่ ผักแปม ผักไผ่และเดื่อว้า ยังคงมีอัตราการเกิดออกซิเดชันสูงกว่าตัวอย่างควบคุมตลอดระยะเวลาการเก็บ และยังคงพบว่า สารสกัดพืช กระโดน มันปลา และทะโล้ ยังคงมีความสามารถในการยับยั้งการสร้างมาลอนอัลดีไฮด์ได้ดีเทียบเท่าทีบีเอชคิว อย่างไรก็ตาม พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัด มีผลทำให้ สารสกัดพืชส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพดีขึ้น โดยมีค่าการเกิดออกซิเดชันลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.13 ค่า TBARS ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 500 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา

สารสกัดพืช	TBARS (มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม) ที่วันต่างๆ ของการเก็บรักษา				
	0	7	14	21	35
ผักไผ่	1.24±0.16^{ef}	1.68±0.29^{ef}	2.00±0.09^{ef}	2.70±0.32^{e}	3.59±0.64^{d}
ส้มปี้	0.98±0.14^{bcd}	1.45±0.18^{de}	1.81±0.09^{de}	1.95±0.08^{cd}	2.64±0.12^{c}
ติ้วขาว	0.77±0.17^{abc}	1.33±0.19^{bcde}	1.55±0.13^{cd}	1.87±0.16^{cd}	2.33±0.12^{bc}
ผักแปม	0.90±0.06^{abcd}	1.72±0.59^{ef}	2.10±0.47^{f}	3.39±0.42^{f}	4.82±0.36^{e}
เมี่ยงป่า	1.02±0.14^{cde}	1.37±0.13^{cde}	1.62±0.04^{cd}	2.08±0.28^{d}	2.76±0.67^{c}
เดื่อว้า	1.28±0.09^{f}	1.93±0.35^{f}	2.52±0.07^{g}	3.24±0.10^{f}	3.80±0.26^{d}
กระโดน	0.93±0.22^{abcd}	0.84±0.01^{a}	1.04±0.06^{a}	1.50±0.13^{b}	1.76±0.14^{ab}
ทะโล้	0.96±0.20^{abcd}	1.04±0.13^{abc}	1.35±0.04^{bc}	1.71±0.10^{bc}	2.17±0.35^{bc}
มันปลา	0.76±0.09^{abc}	0.96±0.03^{ab}	1.27±0.29^{ab}	1.52±0.09^{b}	1.85±0.23^{ab}
ก่อข้าว	1.04±0.30^{def}	1.28±0.16^{bcd}	1.60±0.06^{cd}	1.88±0.04^{cd}	2.53±0.74^{c}
ทีบีเอชคิว	0.71±0.10^{a}	0.97±0.13^{ab}	1.03±0.06^{a}	1.10±0.20^{a}	1.30±0.04^{a}
ควบคุม	0.74±0.04^{ab}	1.12±0.16^{abcd}	1.43±0.17^{bc}	2.10±0.10^{d}	3.87±0.24^{d}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3) *p*-AV

เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดพืชเป็น 500 พีพีเอ็ม พบว่า สารสกัดผักแปม ผักไผ่ และเดื่อว้า ยังคงมีอัตราการเกิดสร้างผลิตภัณฑ์ขั้นทุติยภูมิสูงกว่าตัวอย่างควบคุม ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับ การทดสอบด้วยวิธี PV และ TBARS และให้ผลเช่นเดียวกับ ที่ความเข้มข้น 200 พีพีเอ็ม แสดงให้เห็นว่า สารสกัดทั้งสามชนิดนี้ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในระบบอิมัลชันชนิดนี้ อย่างไรก็ตาม พบว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัด สารสกัดพืชส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพดีขึ้น โดยมีค่าการเกิดออกซิเดชันลดลง และต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม และพบว่า สารสกัดมันปลา กระโดนและทะโล้ มีประสิทธิภาพในการต่อต้านออกซิเดชันได้ดีเทียบเท่าทีบีเอชคิว และพบว่าสารสกัดมันปลายังคงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันได้ดีเช่นเดียวกับในอิมัลชันที่มีระดับน้ำมัน 30 เปอร์เซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.14 ค่า *p*-AV ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 500 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา

สารสกัดพืช	*p*-AV ที่วันต่างๆ ของการเก็บรักษา				
	0	7	14	21	35
ผักไผ่	0.65±0.15^{e}	0.74±0.12^{d}	1.06±0.11^{d}	1.70±0.02^{c}	1.93±0.18^{e}
ส้มบี้	0.34±0.03^{a}	0.38±0.09^{a}	0.52±0.13^{a}	1.48±0.03^{b}	1.70±0.04^{de}
ติ้วขาว	0.32±0.06^{a}	0.42±0.06^{ab}	0.56±0.15^{a}	1.16±0.05^{a}	1.49±0.54^{abc}
ผักแปม	0.51±0.04^{bcde}	0.75±0.25^{d}	0.64±0.11^{ab}	1.72±0.12^{c}	1.63±0.29^{bcd}
เมี่ยงป่า	0.43±0.02^{abc}	0.62±0.15^{bcd}	0.94±0.32^{cd}	1.15±0.03^{a}	1.32±0.02^{ab}
เดื่อว้า	0.60±0.15^{de}	0.67±0.14^{cd}	0.96±0.17^{cd}	1.40±0.08^{b}	1.91±0.21^{e}
กระโดน	0.35±0.06^{ab}	0.43±0.04^{ab}	0.94±0.06^{cd}	1.18±002^{a}	1.42±0.05^{abc}
ทะโล้	0.48±0.16^{abcd}	0.49±0.08^{abc}	1.02±0.11^{d}	1.15±0.09^{a}	1.39±0.13^{abc}
มันปลา	0.47±0.14^{abcd}	0.54±0.24^{abcd}	0.87±0.10^{bcd}	1.16±0.04^{a}	1.18±0.10^{a}
ก่อข้าว	0.54±0.11^{cde}	0.60±0.01^{bcd}	0.93±0.25^{cd}	1.48±0.12^{b}	1.68±0.17^{de}
ทีบีเอชคิว	0.48±0.02^{abcd}	0.62±0.07^{bcd}	0.92±0.10^{cd}	1.10±0.80^{a}	1.36±0.05^{abc}
ควบคุม	0.42±0.08^{abc}	0.45±0.08^{ab}	0.75±0.12^{abc}	1.39±0.05^{b}	1.68±0.13^{de}

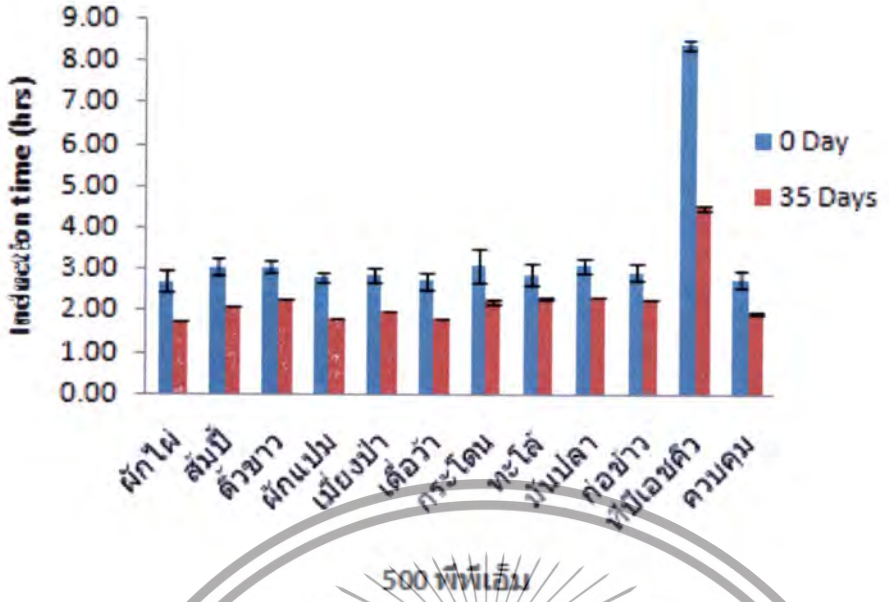
หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4) **ความคงตัวของน้ำมัน** (the oil stability index

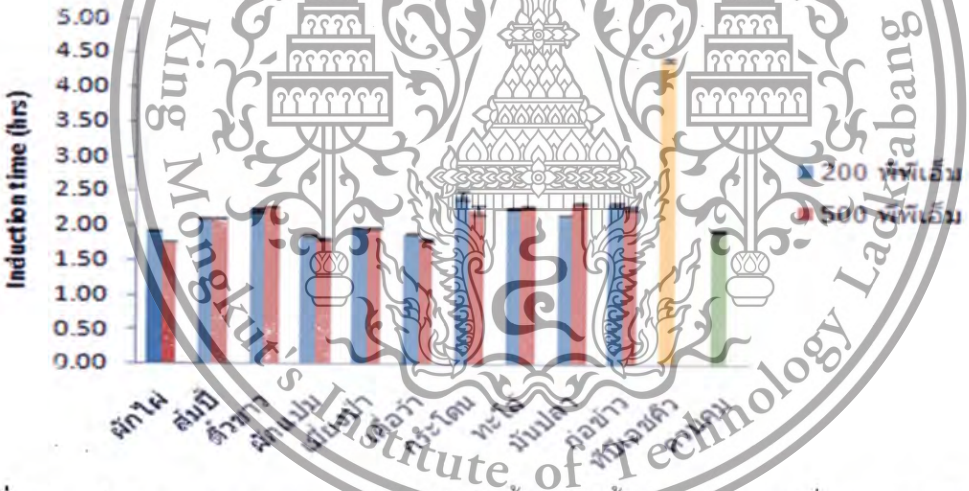
ภายหลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 35 วัน พบว่า สารสกัดพืชที่ความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม ส่วนใหญ่ มีค่า induction time ไม่แตกต่างจากที่ความเข้มข้น 200 พีพีเอ็ม มากนัก และพบว่า สารสกัด มันปลา ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด รองลงมา ได้แก่ สารสกัดก่อข้าว ทะโล้ กระโดน ติ้วขาวและส้มบี้

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า สารสกัดมันปลา ยังคงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันได้ดี ซึ่งเหมาะในการนำไปใช้ในอาหารระบบอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาพที่ 4.5 ค่า Induction time (h) ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 200 และ 500 พีพีเอ็ม ที่เก็บรักษาไว้ 35 วัน



ภาพที่ 4.6 ค่า Induction time (h) ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10 เปอร์เซนต์ที่ผสมสารสกัดพืช 200 และ 500 พีพีเอ็ม ในระหว่างการเก็บรักษา 0 และ 35 วัน

4.3 ผลของพีเอชและอุณหภูมิต่อการต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของอิมัลชันของสารสกัดพืชที่คัดเลือก

ผลของพีเอช และอุณหภูมิต่างๆ (อย่างละ 3 ระดับ) ในการชะลอปฏิกิริยาออกซิเดชันของอิมัลชัน (10 และ 30 เปอร์เซ็นต์) ของสารสกัดพืชที่คัดเลือก โดยในอิมัลชัน ที่มีระดับน้ำมัน 30 เปอร์เซนต์ พบว่าตัวอย่างสารสกัด มันปลา และติ้วขาว ที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัด 500 พีพีเอ็ม สำหรับอิมัลชัน ที่มีระดับน้ำมัน 30 เปอร์เซนต์ และ สารสกัดมันปลา และกระโดน ที่ระดับความเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ของสารสกัด 500 พีพีอ็ม ที่อิมัลชันระดับน้ำมัน 10 เปอร์เซนต์ ศึกษาความคงตัวในอิมัลชันที่พีเอช 3, 5 และ 7 ตลอดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25,35 และ 45 องศาเซลเซียส

4.3.1 อิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30 เปอร์เซนต์

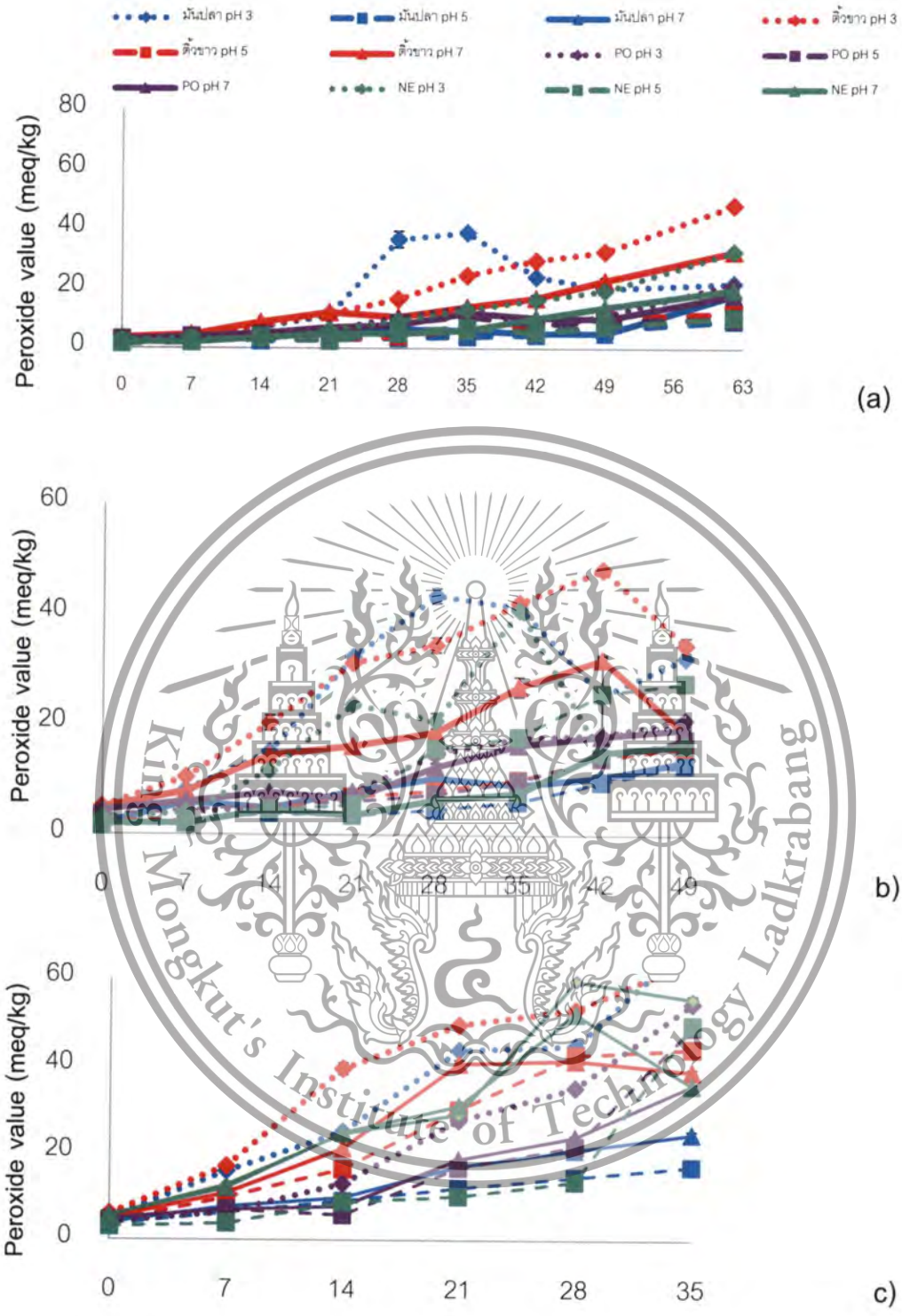
4.3.1.1 PV

ผลของการเติมสารสกัดจากมันปลา และติ้วขาวลงเป็นสารกันหืนในอิมัลชันที่ระดับความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม ในอิมัลชันที่มีระดับของ พีเอช และอุณหภูมิการเก็บแตกต่างกัน ต่อการเปลี่ยนแปลงค่า PV ได้ผลดังภาพที่ 4.4 โดยพบว่าสารสกัดพืชทั้ง 2 ชนิด มีประสิทธิภาพแตกต่างกัน โดยพบว่า สารสกัดติ้วขาวให้ประสิทธิภาพการต่อต้านการเกิดออกซิเดชันต่ำกว่าสารสกัดมันปลา

เมื่อพิจารณาผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาในภาพที่ 4.4 พบว่าการเก็บรักษาอิมัลชันที่อุณหภูมิ 25องศาเซลเซียส ทั้งตัวอย่างอิมัลชันควบคุมและตัวอย่างอิมัลชันที่เติมสารสกัดพืชมีอัตราการเพิ่มขึ้นของค่า PV ต่ำกว่าที่อุณหภูมิ 35 และ 45 องศาเซลเซียส และทำให้สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานกว่า จนกว่าจะมีปริมาณ PV เท่ากัน โดยระยะเวลาทั้งนี้ นอกจากความร้อนจะเร่งการเกิดออกซิเดชันของไขมันแล้ว ในการเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส คือ 63 49 และ 35 ตามลำดับ ทั้งนี้ความร้อนที่สูงเกินไป อาจทำลายโครงสร้างของฟีนอลิค หรือก่อให้เกิดการออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิค (Barros และคณะ, 2007) ส่งผลให้ศักยภาพในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของไขมันลดลง

เมื่อเปรียบเทียบผลของพีเอชพบว่า ตัวอย่างอิมัลชันควบคุม ที่พีเอช 3 มีอัตราการเพิ่มขึ้นของค่า PV สูงกว่าตัวอย่างควบคุมที่พีเอช 5 และ 7 และตัวอย่างที่เติมสารสกัดพืชทั้งสองชนิด ได้แก่ มันปลาและติ้วขาว ให้ผลไปในทิศทางเดียวกัน แสดงให้เห็นว่า ในอิมัลชันที่มีสภาวะความเป็นกรดสูง (พีเอช3) สารสกัดพืชมีแนวโน้มแสดงสมบัติเป็นสารโปรออกซิแดนท์ ที่เร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในไขมัน ในทางตรงกันข้าม เมื่อเพิ่มพีเอชของระบบอิมัลชัน พบว่าตัวอย่างที่เติมสารสกัดมันปลาและติ้วขาว แสดงศักยภาพในการกันหืน โดยที่พีเอช 5 มีความสามารถในการต้านออกซิเดชันได้ดีที่สุด สอดคล้องกับการทดลองของ วริพัสย์ และ นราพร (2554) ที่พบว่าสารสกัดพืชมีความสามารถในการต้านออกซิเดชันในอิมัลชนิดน้ำในน้ำมันได้ดีที่สุดที่พีเอช 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาพที่ 4.7 ผลของ พีเอช ต่อการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ (PV) ในอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30% ที่อุณหภูมิ 25(a), 35 (b) และ 45 (c) องศาเซลเซียส

หมายเหตุ PO หมายถึงอิมัลชันที่เติมทีบีเอชคิว และ NE หมายถึงตัวอย่างควบคุม

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงค่า PV ของอิมัลชันมีอิทธิพลจากพีเอชของระบบอิมัลชัน และอุณหภูมิในการเก็บรักษา โดยการใช้สารสกัดพืชทั้งสอง เป็นสารกันหรือ หรือ สารต่อต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน มีแนวโน้มที่เป็นไปได้ แต่เหมาะกับอิมัลชันที่มีค่า พีเอช เป็นกลาง และ การเติมสารสกัดพืชในอิมัลชันที่มี พีเอช ต่ำ ส่งผลให้เกิดการเร่งการเกิดออกซิเดชันได้ นอกจากนั้นยังพบว่าการจะทำให้การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของอิมัลชันเกิดช้าควรเก็บที่อุณหภูมิ 25°C จากการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของ นราพรและวริพัลย์ (2554) ซึ่งพบว่า สารสกัดพืชที่มีพีเอช 5-7 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการสร้างไฮโดรเปอออกไซด์ได้ดีในอิมัลชนิดน้ำในน้ำมัน แสดงให้เห็นว่าสารสกัดพืชที่อยู่ในอิมัลชันพีเอชระดับ 5-7 มีผลทำให้สารสกัดมีประสิทธิภาพดีถึงแม้จะมีระบบอิมัลชันที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่า สารสกัดมันปลาให้ผลในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันได้ดีกว่าติ้วขาวในทุกๆ สภาวะการทดลองและให้ผลดีกว่าการใช้ทีบีเอชคิที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

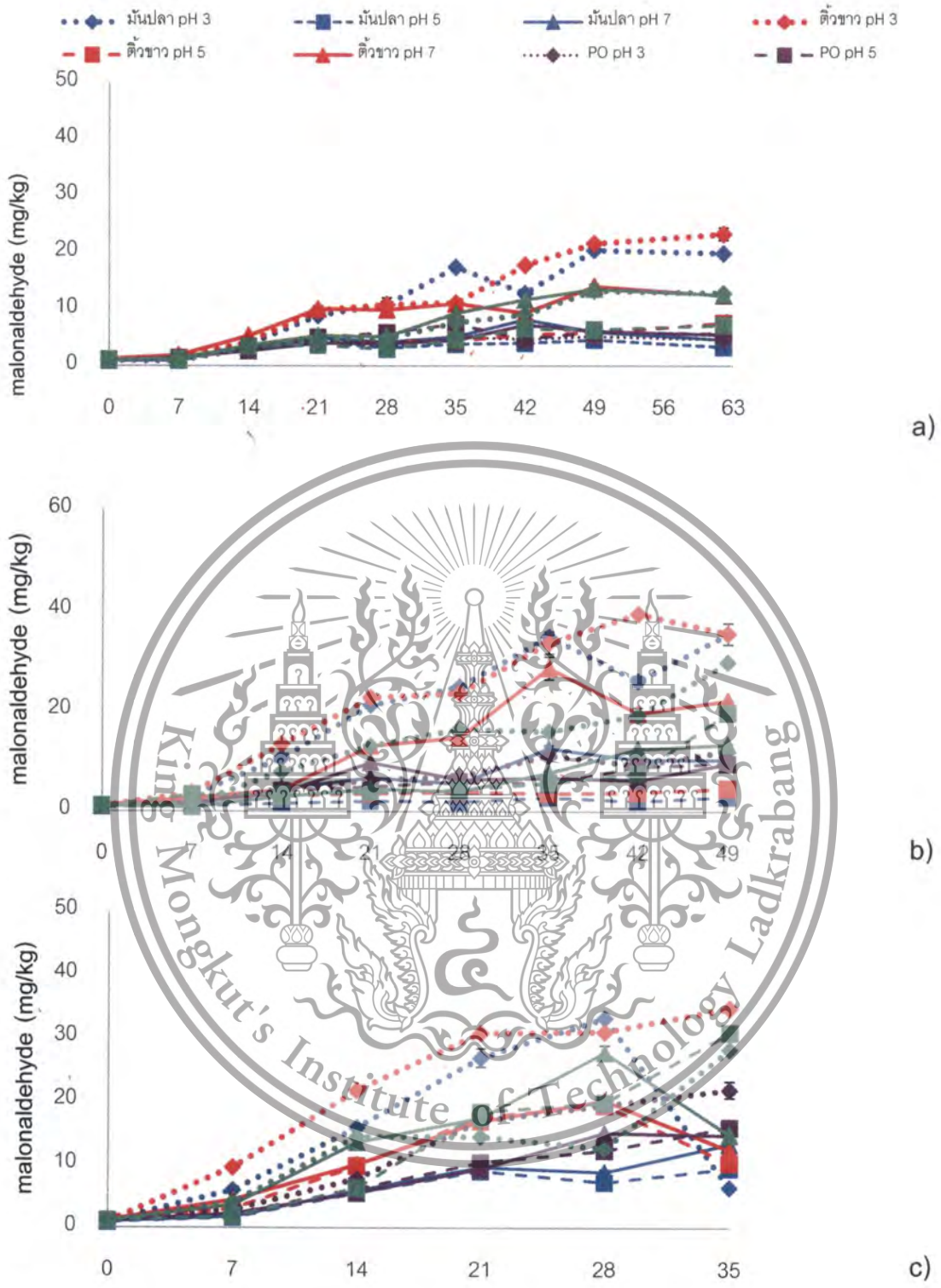
4.3.1.2 TBARS

เมื่อเติมสารสกัดมันปลา และติ้วขาวลงในอิมัลชันที่มี พีเอช เท่ากับ 3 5 และ 7 แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่างกัน จากนั้นนำมาวิเคราะห์สารประกอบ เช่น อัลดีไฮด์ คีโตน ไฮโดรคาร์บอน และแอลกอฮอล์ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และจัดเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นที่สองของการเกิดออกซิเดชัน ผลการวิเคราะห์ TBARS แสดงดังในภาพที่ 4.5 พบว่า ผลการทดลองที่ได้ มีแนวโน้มเดียวกันกับค่า PV เช่นสารสกัดพืชทั้งสองชนิดมีประสิทธิภาพในการต่อต้านการเกิดออกซิเดชันได้ดี เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม และมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้ ทีบีเอชคิว ซึ่งเป็นสารกันหืนสังเคราะห์ อย่างไรก็ตาม สารสกัดมันปลาที่พีเอช 5 และ 7 มีประสิทธิภาพในการต่อต้านการเกิดออกซิเดชันในอิมัลชันได้ดีกว่าสารสกัดติ้วขาวที่พีเอชเดียวกัน ซึ่ง

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่า TBARS ของอิมัลชันที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่า พีเอชส่งผลต่อความคงตัวของน้ำมัน โดยในอิมัลชันที่มีพีเอช 3 สารสกัดพืชมีแนวโน้มแสดงสมบัติเป็นสารโปรออกซิแดนท์ และ เมื่อเพิ่มพีเอชของระบบอิมัลชัน ตัวอย่างที่เติมสารสกัดมันปลาและติ้วขาว กลับแสดงศักยภาพในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชัน และที่พีเอช 5 มีความสามารถในการต้านออกซิเดชันได้ดีที่สุด สำหรับการเพิ่มอุณหภูมิให้ผลเช่นเดียวกัน โดยการเพิ่มอุณหภูมิในการเก็บรักษาจะเร่งการเกิดออกซิเดชัน และอาจมีผลต่อความเสถียรของสารสกัด ส่งผลให้ค่า TBARS เพิ่มขึ้น

จากผลการทดลองที่ได้จะเห็นว่าค่า TBARS ของอิมัลชันจะเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้นเมื่ออิมัลชันมี พีเอช ต่ำและเก็บที่อุณหภูมิสูง และการเติมสารสกัดมันปลาและติ้วขาว ที่พีเอช 5 และ 7 และทำการเก็บที่อุณหภูมิต่ำ จะมีผลในการยับยั้งการสร้างมาลอนอัลดีไฮด์ได้ดี อย่างไรก็ตาม สารสกัดมันปลาให้ผลในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันได้ดีกว่า ติ้วขาวในทุกๆ สภาวะการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาพที่ 4.8 ผลของพีเอช ต่อการเปลี่ยนแปลงค่า TBARS ในอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30% ที่อุณหภูมิ 25(a), 35 (b) และ 45 (c) องศาเซลเซียส

หมายเหตุ PO หมายถึงอิมัลชันที่เติมทีบีเอชคิว และ NE หมายถึงตัวอย่างควบคุม

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3.1.3 *p*-AV

การเปลี่ยนแปลงค่า p-AV พบว่าผลของพีเอช และ อุณหภูมิเป็นไปในทิศทางเดียวกับ PV และ TBARS โดยพีเอช 3 และการเพิ่มอุณหภูมิมีผลใกนากรเร่งการเกิดออกซิเดชัน เมื่อพิจารณาผลของสารสกัดพืช อิมัลชันที่มี พีเอช 5 และ 7 สารสกัดมันปลามีประสิทธิภาพในการต่อต้านการเกิดออกซเดชันได้ดีกว่าสารสกัดติ้วขาวที่พีเอชเดียวกัน และพบว่า ที่ พีเอช 5 สารสกัดมันปลา มีประสิทธิภาพในการต่อต้านออกซิเดชันดีกว่า ทีบีเอชคิว

เมื่อพิจารณาผลที่เกิดเมื่อเก็บอิมัลชันที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่าการเติมสารสกัดพืชในอิมัลชันที่พีเอช 3 ให้ผลในการต้านออกซิเดชันที่วิเคราะห์ด้วยวิธี *p*-AV สอดคล้องกับผลที่ได้จากวิธีอื่นๆ

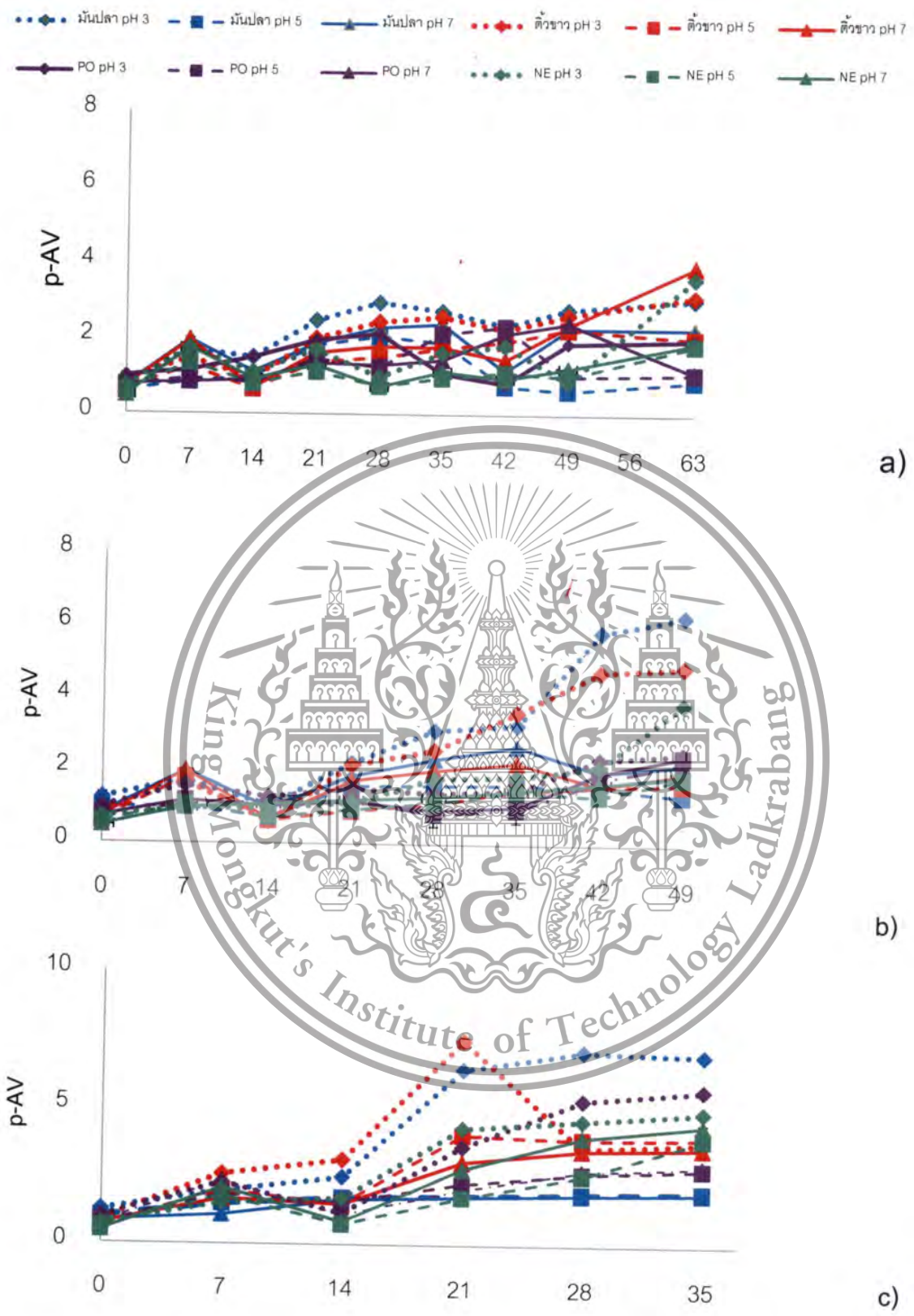
และอิมัลชันที่เติมสารสกัดมันปลา ที่พีเอช 5 ยังคงมีความสามารถในการต้านออกซิเดชันได้ดีที่สุด และมีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับทีบีเอชคิว

การเก็บรักษาอิมัลชันที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส พบว่าการเกิดออกซิเดชันเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และมีค่าสูงกว่าที่พบในอิมัลชันที่เก็บที่ 25 องศาเซลเซียส แนวโน้มของสารสกัดที่พีเอช 3 5 และ 7 ในการยับยั้งการสร้างอัลดีไฮด์ พบว่าเหมือนการเก็บที่ 25 องศาเซลเซียส คือ มีความสามารถในการต้านออกซิแดนท์ต่ำสุดที่พีเอช 3 และมีความสามารถในการต้านออกซิเดชันดีที่สุดที่ พีเอช 5

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส พบว่าเป็นอุณหภูมิที่เร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้เร็วที่สุด โดยพบว่าสารสกัดติ้วขาว ที่พีเอช 5 มีความสามารถในการต่อต้านออกซิเดชันต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม มีเพียงติ้วขาวที่พีเอช 7 ที่มีความสามารถในการยับยั้งการสร้างอัลดีไฮด์ได้ ส่วนสารสกัดมันปลาพบว่า ที่พีเอช 5 และ 7 สารสกัดยังคงมีความสามารถในการยับยั้งการสร้างอัลดีไฮด์ได้ดีกว่าตัวอย่างควบคุม

จากผลการทดลองที่ได้จะเห็นว่าอัตราการเพิ่มของค่า *p*-AV จะสูงที่สุดเมื่ออิมัลชันมีพีเอชต่ำ และทำการเก็บที่อุณหภูมิสูง และพบว่าสารสกัดมันปลาที่พีเอช 5 มีประสิทธิภาพในการต่อต้านออกซิเดชันได้ดีที่สุด และการเก็บอิมัลชันที่อุณหภูมิ 25°C จะทำให้ค่า *p*-AV เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาพที่ 4.9 ผลของพีเอช ต่อการเปลี่ยนแปลงค่า p-AV ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30% ที่อุณหภูมิ 25(a), 35 (b) และ 45 (c) องศาเซลเซียส

หมายเหตุ PO หมายถึงอิมัลชันที่เติมที่บีเอชคิว และ NE หมายถึงตัวอย่างควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3.1.4 Total Oxidation Value (Totox)

ค่า Totox value คือ ปริมาณของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันทั้งหมด โดยค่า totox value คำนวนจากค่า PV และ p-AV ซึ่งน้ำมันที่มีคุณภาพดีควรมีค่า totox น้อยกว่า 10 โดยสามารถนำมาใช้ในการประเมินการการเสื่อมเสียของอิมัลชันได้ โดยตัวอย่างที่มีพีเอชต่างกัน และเก็บที่อุณหภูมิต่างกัน ย่อมมีผลทำให้ค่า totox value แตกต่างกัน ค่า Totox แสดงดังตารางที่ 4.15

เมื่อพิจารณาค่า totox value ของตัวอย่างอิมัลชันที่มีระดับน้ำมัน 30 เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิในการเก็บรักษา 25 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการเก็บนาน 63 วัน (ตารางที่ 4.15) พบว่าแนวโน้มของค่า totox value มีค่าสูงที่สุดในตัวอย่างควบคุมที่มีพีเอช 3 และตัวอย่างสารสกัดพืชทั้งสองชนิดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันได้ดีที่สุด ที่พีเอช 5 นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดมันปลา มีประสิทธิภาพในการต้านการเกิดออกซิเดชันได้ดีกว่าติ้วขาว แสดงให้เห็นว่า พืชต่างชนิดกันมีผลในการยับยั้งออกซิเดชันที่แตกต่างกัน เนื่องมาจากหมู่ไฮดรอกซิลในแต่ละตำแหน่งของสารประกอบฟีนอลิกมีบทบาทต่อสมบัติการเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างจะมีผลให้หมู่ไฮดรอกซิลเกิดการเปลี่ยนแปลง จึงน่าจะมีผลต่อสมบัติการเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิกด้วยเช่นกัน (วิวัฒน์, 2545)

ตารางที่ 4.15 ค่า Totox ของตัวอย่างอิมัลชัน 30 เปอร์เซนต์ที่พีเอชต่างๆ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ตัวอย่าง	pH	ระยะเวลาการเก็บ (วัน)								
		0	7	14	21	28	35	42	49	63
มันปลา	3	5.77	8.60	15.35	24.46	76.02	80.40	50.34	42.77	46.79
	5	4.57	6.83	5.80	7.58	9.04	9.81	9.75	13.37	19.51
	7	5.75	9.87	7.04	13.86	15.02	14.88	11.04	12.18	38.20
ติ้วขาว	3	5.75	8.39	15.78	25.06	35.37	51.59	61.24	67.62	99.30
	5	4.63	5.19	8.65	7.37	9.49	14.74	17.76	22.83	25.77
	7	7.65	10.92	17.99	25.61	22.78	29.49	35.09	47.88	68.90
ทีบีเอชคิว	3	4.99	7.14	9.41	13.95	22.90	29.08	15.52	23.80	45.72
	5	6.74	8.70	9.72	9.07	18.24	23.88	17.70	20.00	20.89
	7	6.70	8.59	10.70	15.20	16.97	25.20	22.71	22.02	37.05
ควบคุม	3	5.66	8.73	6.09	13.68	19.25	27.62	34.17	39.55	68.60
	5	3.59	5.26	8.63	5.95	11.84	14.82	11.69	15.99	22.78
	7	4.44	5.73	7.98	10.90	10.34	13.12	21.13	28.67	41.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อุณหภูมิในการเก็บรักษา 35 องศาเซลเซียสที่ ระยะเวลาในการเก็บนาน 49 วัน (ตารางที่ 4.16) พบว่า ตัวอย่างควบคุมในอิมัลชันที่ทุกๆ พีเอช มีค่า totox value เพิ่มขึ้นจากการเก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดย สารสกัด มันปลาและติ้วขาว ยังคงมีประสิทธิภาพในการต้านการเกิดออกซิเดชันได้ดีที่สุดที่พีเอช 5 และมีประสิทธิภาพต่ำที่สุดที่พีเอช 3 และยังมีประสิทธิภาพการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม ซึ่งแสดงให้เห็นว่า อิมัลชันที่พีเอชต่ำ มีผลให้สารสกัดพืชเร่งการเกิดออกซิเดชัน หรือมีสมบัติเป็นโปรออกซิแดนท์ ส่วน อุณหภูมิในการเก็บรักษา 45 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาในการเก็บนาน 35 วัน (ตารางที่ 4.17) พบว่า ตัวอย่างทั้งหมด และทุกพีเอช มีอัตราการเพิ่มของค่า totox value สูงที่สุด สารสกัดทั้งมันปลาและติ้วขาว ที่พีเอช 5 ไม่มีประสิทธิภาพในการต้านการเกิดออกซิเดชัน แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิการเก็บที่สูงขึ้น มีผลทำให้สารสกัด มันปลา และติ้วขาว มีประสิทธิภาพในการต้านออกซิเดชันลดลง เนื่องจากอุณหภูมิที่สูง อาจไปทำลายสารสำคัญที่มีผลในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน

ตารางที่ 4.16 ค่า Totox ของตัวอย่างอิมัลชัน 30 เปอร์เซนต์ที่พีเอชต่างๆ ที่อุณหภูมิ 35องศาเซลเซียส

ตัวอย่าง	pH	ระยะเวลาการเก็บ (วัน)							
		0	7	14	21	28	35	42	49
มันปลา	3	9.24	17.88	31.05	66.56	89.64	85.56	56.21	70.25
	5	4.87	5.99	8.42	8.52	10.60	13.52	20.55	26.60
	7	4.71	13.72	10.60	17.39	22.69	20.60	22.76	28.66
ติ้วขาว	3	10.81	22.46	40.98	64.14	71.18	87.60	100.81	73.47
	5	5.91	6.58	9.63	14.50	16.94	21.27	29.33	33.35
	7	10.53	17.64	29.37	33.72	39.01	55.72	65.00	38.94
ทีบีเอชคิว	3	6.99	9.58	11.08	16.52	30.40	36.48	38.45	44.00
	5	7.68	9.89	11.91	13.28	15.80	20.84	30.07	37.02
	7	9.58	12.92	16.38	14.04	25.32	33.31	37.42	40.50
ควบคุม	3	6.72	8.97	24.05	48.12	42.96	83.14	30.83	36.87
	5	3.57	4.93	9.64	11.72	32.21	36.76	52.38	56.74
	7	4.48	4.98	10.08	8.14	13.79	16.48	31.48	34.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.17 ค่า Totox ของตัวอย่างอิมัลชัน 30 เปอร์เซนต์ที่พีเอชต่างๆ ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ค่า

ตัวอย่าง	pH	ระยะเวลาการเก็บ (วัน)					
		0	7	14	21	28	35
มันปลา	3	11.24	33.63	52.46	93.79	94.10	96.50
	5	7.85	14.11	19.71	25.81	26.04	30.90
	7	8.67	16.44	21.24	35.76	36.36	43.45
ติ้วขาว	3	12.79	36.55	81.93	106.48	103.87	109.51
	5	8.67	21.56	34.18	64.02	62.75	89.01
	7	10.53	23.21	43.77	84.21	84.50	86.18
ทีบีเอชคิว	3	8.99	14.99	27.14	58.84	58.77	75.50
	5	9.74	15.82	13.09	35.58	35.95	45.89
	7	10.56	16.31	16.62	39.29	40.45	50.24
ควบคุม	3	11.72	26.74	50.76	62.27	61.87	123.56
	5	6.59	9.46	18.04	21.93	23.56	29.55
	7	11.48	26.06	50.34	64.68	63.55	107.91

4.3.1.5 Hexanal

จากการวิเคราะห์ปริมาณ Hexanal (secondary oxidation products) โดยวิธี SPME เป็นตัวดูดซับกลิ่นหืน และตรวจสอบชนิดและปริมาณโดยใช้เครื่อง GC-MS โดยตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ได้ทำการคัดเลือกจาก หัวข้อ 4.3 ของอิมัลชันที่มีระดับพีเอช 5 เนื่องจาก สารสกัดพืชส่วนใหญ่ให้การต่อต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีที่สุด โดยตัวอย่างทั้งหมดและผลการทดลอง แสดงดังตารางที่ 4.18-4.21

ตารางที่ 4.18 ปริมาณ Hexanal ของตัวอย่างอิมัลชัน วันที่ 0 ของอิมัลชัน 30 เปอร์เซนต์

ตัวอย่าง	Peak area	Hexanal (mmol/g emulsion)
มันปลา 30%	1313108	0.066
ติ้วขาว 30%	2004889	0.100
ตัวอย่างควบคุม 30%	861025	0.043

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.19 ปริมาณ Hexanal ของตัวอย่างอิมัลชัน วันที่ 63 (วันสุดท้ายของการเก็บ) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ของอิมัลชัน 30 เปอร์เซนต์

ตัวอย่าง	Peak area	Hexanal (mmol/g emulsion)
มันปลา	995820	0.050
ติ้วขาว	1454093	0.073
ตัวอย่างควบคุม	1045680	0.052

ตารางที่ 4.20 ปริมาณ Hexanal ของตัวอย่างอิมัลชัน วันที่ 49 (วันสุดท้ายของการเก็บ) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ของอิมัลชัน 30 เปอร์เซนต์

ตัวอย่าง	Peak area	Hexanal (mmol/g emulsion)
มันปลา	14455791	0.723
ติ้วขาว	2802032	0.140
ตัวอย่างควบคุม	89793037	4.490

ตารางที่ 4.21 ปริมาณ Hexanal ของตัวอย่างอิมัลชัน วันที่ 35 (วันสุดท้ายของการเก็บ) ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ของอิมัลชัน 30 เปอร์เซนต์

ตัวอย่าง	Peak area	Hexanal (mmol/g emulsion)
มันปลา	9267400	0.463
ติ้วขาว	18893106	0.945
ตัวอย่างควบคุม	9099108	0.455

เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิการเก็บ 25 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.19) พบว่า ตัวอย่างทุกตัวอย่างประกอบด้วยสารสกัด มันปลา ติ้วขาว และตัวอย่างควบคุม มีการเปลี่ยนแปลงไปจากตัวอย่างวันที่ 0 ไม่มากนัก สาเหตุที่การเก็บที่อุณหภูมินี้ ตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าการเปลี่ยนแปลงไปไม่มากนัก จากวันที่ 0 อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิการเก็บที่ค่อนข้างต่ำ อาจมีผลในการช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และพบว่า สารสกัดพืชทั้งสองชนิดที่อิมัลชัน 30 เปอร์เซนต์ ไม่มีผลต่อการต่อต้านการเกิดออกซิเดชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

และการสร้าง secondary oxidation product เนื่องจากมีค่าไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิการเก็บ 35 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.20) พบว่า ทุกตัวอย่างของอิมัลชันทั้ง 30 มีค่าเพิ่มสูงขึ้นจากวันที่ 0 ในตัวอย่าง อิมัลชัน 30 เปอร์เซนต์ พบว่าสารสกัดติ้วขาวมีประสิทธิภาพการต่อต้านดีกว่าสารสกัดมันปลา อย่างไรก็ตาม พบว่าตัวอย่างสารสกัดพืชทั้งสองชนิด มีความสามารถในการต่อต้านการเกิดออกซิเดชันได้ดี โดยจะเห็นว่าตัวอย่างสารสกัดพืช มีค่า Hexanal น้อยกว่าตัวอย่างควบคุม ส่วนการเก็บที่อุณหภูมิสูงสุด 45 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.21) พบว่า ตัวอย่างสารสกัดพืชทั้งหมดรวมถึงตัวอย่างควบคุม มีปริมาณของ Hexanal เพิ่มขึ้นจากวันที่ 0 และในวันสุดท้ายของการเก็บคือวันที่ 35 ตัวอย่างในอิมัลชัน 30 เปอร์เซนต์ สารสกัดมันปลาและสารสกัดติ้วขาวไม่สามารถต่อต้านการสร้าง Hexanal ได้ เนื่องจากมีค่าHexanal สูงกว่า กว่าตัวอย่างควบคุม อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิที่สูงเกินไปอาจมีผลไปทำลายโครงสร้างสารสำคัญที่อยู่ในสารสกัด ทำให้การต้านการเกิดออกซิเดชันลดลง และยังส่งเสริมให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (prooxidant)

4.3.2 อิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10 เปอร์เซนต์

4.3.2.1 PV

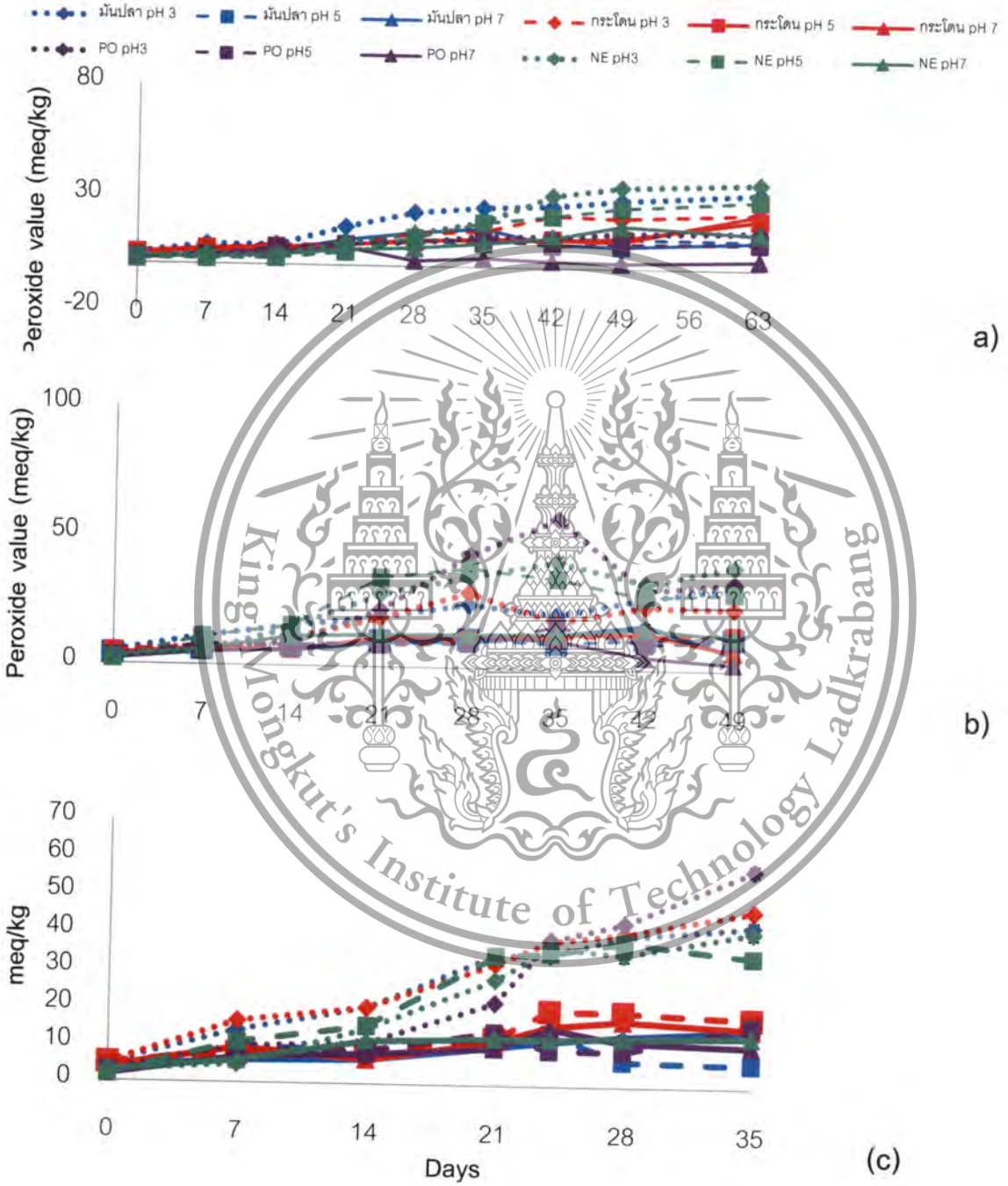
จากการศึกษาผลของการเติมสารสกัดจากมันปลา และกระโดนลงในอิมัลชันที่มีค่า pH และระยะเวลาการเก็บที่มีต่อค่าไฮโดรเปอร์ออกไซด์ของอิมัลชันเมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่างกัน ได้ผลดังภาพที่ 4.6 โดยผลการทดลองคล้ายคลึงกับผลการทดลองในอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30 เปอร์เซนต์

เมื่อพิจารณาผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษา จะเห็นว่าการเก็บรักษาอิมัลชันที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ตัวอย่างอิมัลชันควบคุม ที่พีเอช 3 มีอัตราการเพิ่มขึ้นของค่า PV สูงกว่าตัวอย่างควบคุมที่พีเอช 5 และ 7 และตัวอย่างที่เติมสารสกัดพืชมันปลาและกระโดน ก็ให้ผลเช่นเดียวกัน จากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าอิมัลชันที่มีที่สภาวะความเป็นกรดสูง (พีเอช3) สารสกัดมีแนวโน้มแสดงสมบัติเป็นสารโปรออกซิแดนท์ ที่เร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในไขมัน โดย พบว่า สารสกัดมันปลาและกระโดนที่พีเอช 5 มีประสิทธิภาพในการต้านออกซิเดชันได้ดีกว่าที่พีเอช 7และมีประสิทธิภาพเทียบเท่าทีบีเอชคิว เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการเก็บรักษาเป็น 35 องศาเซลเซียส พบว่า อัตราการเกิดออกซิเดชันเพิ่มสูงขึ้น แต่มี แนวโน้มของสารสกัดที่พีเอช 3 5 และ 7 ในการยับยั้งการสร้างไฮโดรเปอร์ออกไซด์เช่นเดียวกัน คือ มีความสามารถในการต้านออกซิแดนท์ต่ำสุดที่พีเอช 3 และมีความสามารถในการต้านออกซิเดชันดีที่สุดที่ พีเอช 5 และการเพิ่มอุณหภูมิเป็น 45 องศาเซลเซียส พบว่าเป็นเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมันเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดมันปลาและกระโดนยังคงมีประสิทธิภาพในการต้านออกซิเดชันได้ดีเทียบเท่าทีบีเอชคิว

จากผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงค่า PV ของอิมัลชันจะเกิดจากค่า พีเอช และอุณหภูมิในการเก็บ โดยการใช้สารสกัดพืชเป็นตัวต่อต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

แนวโน้มที่เป็นไปได้ แต่เหมาะกับอิมัลชันที่มีค่า พีเอช เป็นกลาง และ การเติมสารสกัดพืชในอิมัลชันที่มีพีเอช ต่ำ ส่งผลให้เกิดการเร่งการเกิดออกซิเดชันได้ นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดมันปลาให้ผลดีกว่าสารสกัดกระโดนในการยับยั้ง PV ของอิมัลชัน



ภาพที่ 4.7 ผลของพีเอช ต่อการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10% ที่อุณหภูมิ 25(a), 35 (b) และ 45 (c) องศาเซลเซียส

หมายเหตุ PO หมายถึงอิมัลชันที่เติมทีบีเอชคิว และ NE หมายถึงตัวอย่างควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

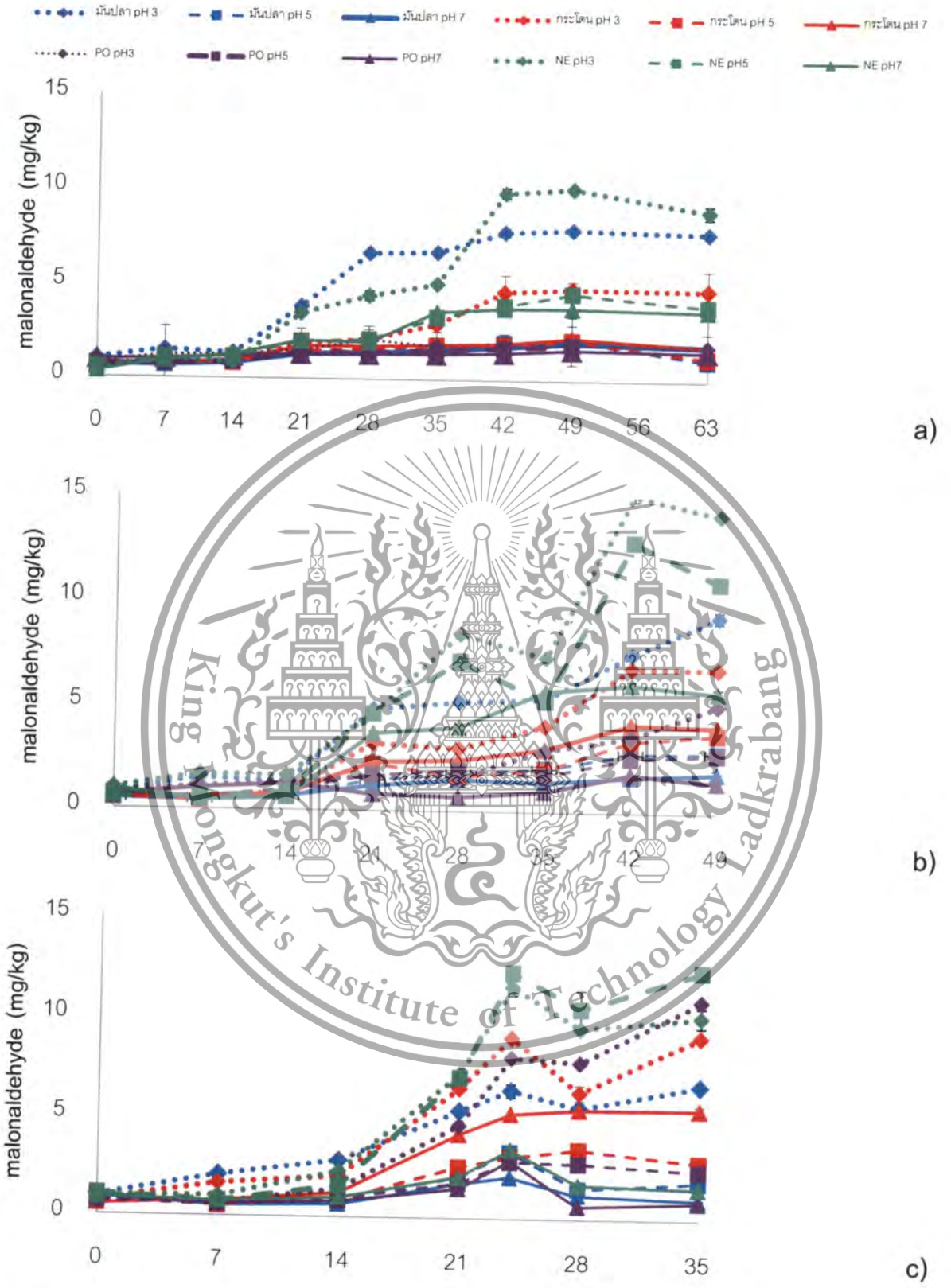
4.3.2.2 TBARS

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่า TBARS - ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10 เปอร์เซนต์ ที่เป็นผลจากอิทธิพลของพีเอชและอุณหภูมิในการเก็บรักษา พบว่าให้ผลเช่นเดียวกันกับและการเปลี่ยนแปลงค่า PV และคล้ายคลึงกับผลของ TBARS ในอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 30 เปอร์เซนต์ โดยในอิมัลชันที่มีพีเอช 3 สารสกัดพืชมีแนวโน้มแสดงสมบัติเป็นสารโปรออกซิแดนท์ และ เมื่อเพิ่มพีเอชของระบบอิมัลชัน ตัวอย่างที่เติมสารสกัดมันปลาและกระโดน กลับแสดงศักยภาพในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชัน และที่พีเอช 5 มีความสามารถในการต้านออกซิเดชันได้ดีที่สุด สำหรับการเพิ่มอุณหภูมิให้ผลเช่นเดียวกัน โดยการเพิ่มอุณหภูมิในการเก็บรักษาจะเร่งการเกิดออกซิเดชัน และอาจมีผลต่อความเสถียรของสารสกัด ส่งผลให้ค่า TBARS เพิ่มขึ้น

จากผลการทดลองที่ได้จะเห็นว่าค่า TBARS ของอิมัลชันจะเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้นเมื่ออิมัลชันมี พีเอช ต่ำและเก็บที่อุณหภูมิสูง และการเติมสารสกัดมันปลาและกระโดน ที่พีเอช 5 จะมีผลในการยับยั้งการสร้างมาลอนอัลดีไฮด์ได้ดี

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาพที่ 4.8 7 ผลของพีเอช ต่อการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ TBARS ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10% ที่อุณหภูมิ 25(a), 35 (b) และ 45 (c) องศาเซลเซียส

หมายเหตุ PO หมายถึงอิมัลชันที่เติมทีบีเอชคิว และ NE หมายถึงตัวอย่างควบคุม

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3.2.3 *p*-AV

เมื่อพิจารณาผลของสารสกัดพืช อิมัลชันที่มี พีเอช 5 และ 7 สารสกัดมันปลาและกระโดนมีประสิทธิภาพในการต่อต้านการเกิดออกซเดชันได้ดีไม่แตกต่างกัน และ มีประสิทธิภาพในการต่อต้านออกซิเดชันเทียบเท่าทีบีเอชคิว

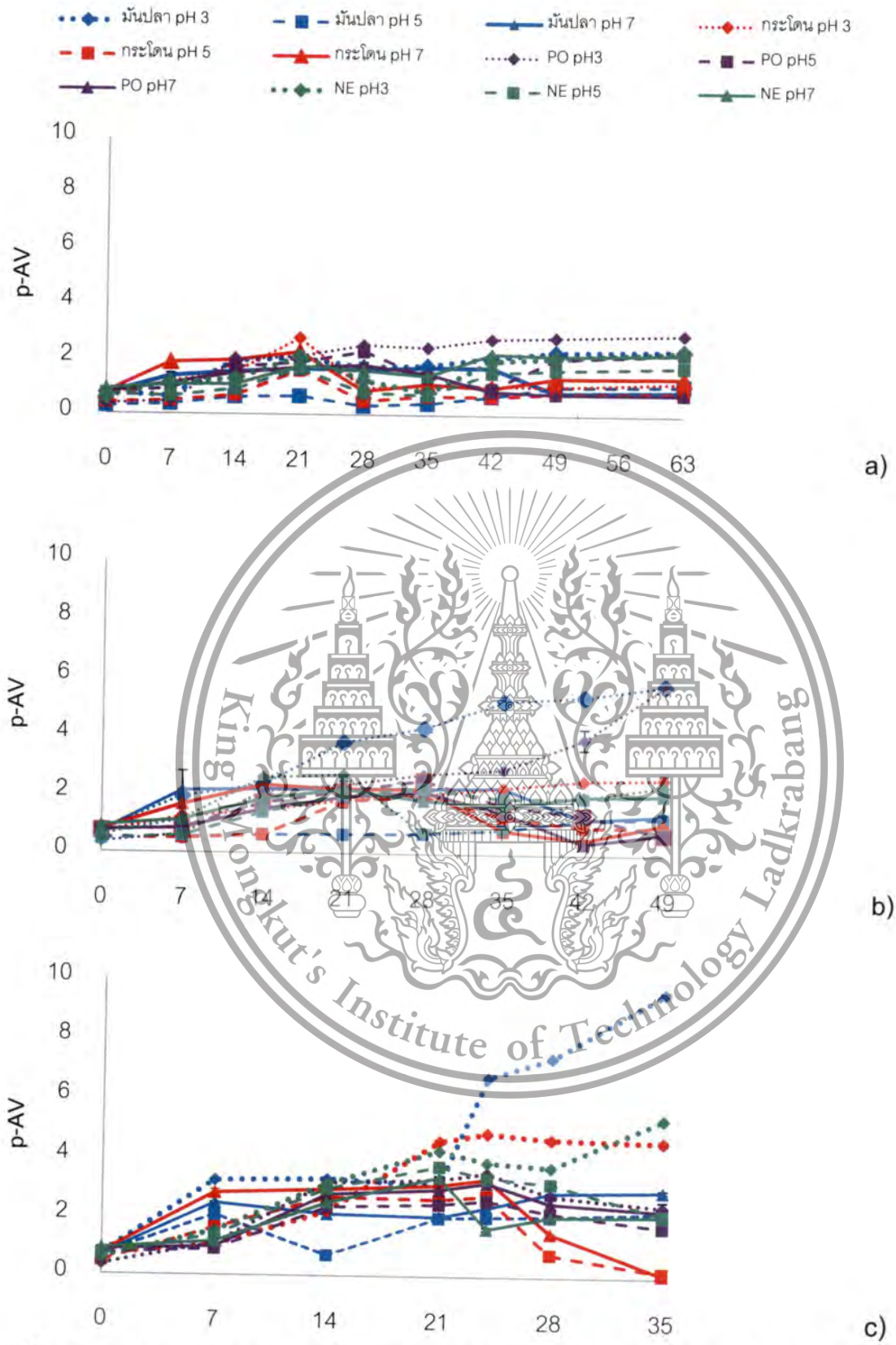
การเก็บอิมัลชันที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่าการเติมสารสกัดพืชในอิมัลชันที่พีเอช 3 จะมีแนวโน้มที่ทำให้ค่า *p*-AV สูงกว่าอิมัลชันที่มี พีเอช 5 และ 7 ผลที่ได้เป็นไปในแนวทางเดียวกันกับค่า PV และ และอิมัลชันที่เติมสารสกัดมันปลา ที่พีเอช 5 ยังคงมีความสามารถในการต้านออกซิเดชันได้ดีที่สุด และมีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับทีบีเอชคิว

การเก็บรักษาอิมัลชันที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส พบว่าการเกิดออกซิเดชันเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และมีค่าสูงกว่าที่พบในอิมัลชันที่เก็บที่ 25 องศาเซลเซียส แนวโน้มของสารสกัดที่พีเอช 3 5 และ 7 ในการยับยั้งการสร้างอัลดีไฮด์ พบว่าเหมือนการเก็บที่ 25 องศาเซลเซียส คือ มีความสามารถในการต้านออกซิแดนท์ต่ำสุดที่พีเอช 3 และมีความสามารถในการต้านออกซิเดชันดีที่สุดที่ พีเอช 5 และ 7

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส พบว่าเป็นอุณหภูมิที่เร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้เร็วที่สุด โดยพบว่าสารสกัดกระโดน ที่พีเอช 5 มีความสามารถในการการยับยั้งการสร้างอัลดีไฮด์ได้ไม่แตกต่างจากสารสกัดมันปลา แต่จะมีมีความสามารถดีกว่าสารสกัดมันปลาและทีบีเอชคิวในช่วงสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บรักษา

จากผลการทดลองที่ได้จะเห็นว่าอัตราการเพิ่มของค่า *p*-AV จะสูงที่สุดเมื่ออิมัลชันมีพีเอชต่ำ และทำการเก็บที่อุณหภูมิสูง ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับวิธี PV และ TBARS และพบว่าสารสกัดมันปลาและกระโดนที่พีเอช 5 และ 7 มีประสิทธิภาพในการต่อต้านออกซิเดชันได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ ส่วนการเก็บรักษาอิมัลชันที่อุณหภูมิสูง พบว่า สารสกัดกระโดน ที่พีเอช 5 มีความสามารถในการต่อต้านการสร้างอัลดีไฮด์ได้ดีที่สุดและมีประสิทธิภาพดีกว่าทีบีเอชคิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาพที่ 4.9 7 ผลของพีเอช ต่อการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์p-AV ของอิมัลชันน้ำมันในน้ำ 10% ที่อุณหภูมิ 25(a), 35 (b) และ 45 (c) องศาเซลเซียส

หมายเหตุ PO หมายถึงอิมัลชันที่เติมที่บีเอชคิว และ NE หมายถึงตัวอย่างควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3.2.4 Total Oxidation Value (Totox)

เมื่อพิจารณาค่า totox valuc ของตัวอย่างอิมัลชันที่มีระดับน้ำมัน 10 เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิในการเก็บรักษา 25 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.23) ระยะเวลาในการเก็บนาน 63 วัน พบว่าตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่เติมสารสกัดพืช ที่พีเอช 3 มีค่า totox value สูงที่สุด ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับอิมัลชันที่มีน้ำมัน 30 เปอร์เซนต์ แสดงให้เห็นว่าที่พีเอชต่ำมีผลทำให้เร่งการเกิดออกซิเดชันในตัวอย่างควบคุมและมีผลทำให้สารสกัดพืชมีความสามารถเป็นโปรออกซิแดนท์ และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่า totox value พบว่า ตัวอย่างควบคุมของอิมัลชันที่มีน้ำมัน 10 เปอร์เซนต์ มีค่า totox value สูงกว่าตัวอย่างควบคุมในอิมัลชันที่มีน้ำมัน 30 เปอร์เซนต์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การเพิ่มปริมาณสัดส่วนของน้ำในอิมัลชัน จาก 70 เปอร์เซนต์เป็น 90 เปอร์เซนต์ มีผลทำให้เกิดการเสื่อมเสียหรือเกิดออกซิเดชันได้ไวกว่า และตัวอย่างสารสกัดพืชทั้งสองชนิด พบว่า มีประสิทธิภาพในการต่อต้านการเกิดออกซิเดชัน ได้ดี ที่พีเอช 5 โดยสารสกัดมันปลาและกระโดน ที่พีเอช 5 มีค่า totox value น้อยกว่า ที่พีเอช 3 และ พีเอช 7.

ตารางที่ 4.22 ค่า Totox ของตัวอย่างอิมัลชัน 10 เปอร์เซนต์ พีเอช 3 5 และ 7 เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 63 วัน

ตัวอย่าง	pH	ระยะเวลาการเก็บ (วัน)								
		0	7	14	21	28	35	42	49	63
มันปลา	3	10.66	18.46	19.59	36.39	49.72	54.78	57.09	62.70	69.70
	5	8.19	8.36	10.42	13.52	22.86	22.19	26.43	27.83	26.69
	7	8.63	13.14	13.30	24.66	31.62	36.12	22.71	20.63	25.63
ติ้วขาว	3	10.48	14.88	19.16	20.86	29.97	32.72	47.31	45.60	50.70
	5	10.30	14.47	16.36	19.59	24.01	24.44	25.38	27.58	44.64
	7	8.62	14.60	13.95	20.86	22.86	26.32	25.89	25.35	50.37
ทีบีเอชคิว	3	6.36	9.47	13.73	22.36	23.30	30.16	30.11	34.24	36.25
	5	6.73	8.85	17.71	20.89	25.81	26.12	20.96	24.04	25.24
	7	4.72	9.04	13.49	17.71	6.73	9.41	6.87	5.78	8.78
ควบคุม	3	6.53	9.13	9.11	22.34	30.38	40.82	66.30	74.35	78.56
	5	4.69	5.51	6.91	13.64	26.55	40.33	47.53	55.64	62.76
	7	6.85	7.06	10.00	15.60	17.99	22.41	29.12	40.16	33.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

นอกจากนี้การเพิ่มอุณหภูมิในการเก็บรักษา มีผลต่อการเร่งการเกิดออกซิเดชันส่งผลให้ค่า Totox มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมาก รวมทั้ง การลดพีเอชของอิมัลชันเป็น 3 สารสกัดมีแนวแนวโน้มในการต่อต้านออกซิเดชันลดลง หรือ มีความสามารถในการเป็น โปรออกซิแดนท์ ซึ่งให้ผลเหมือนกันกับอิมัลชันที่มีน้ำมัน 30 เปอร์เซนต์ แสดงให้เห็นว่า การเติมสารสกัดพืชลงในระบบอิมัลชันที่มีความแตกต่างของน้ำมันเพียงเล็กน้อย สารสกัดพืชยังคงให้ประสิทธิภาพดีที่สุดที่พีเอช 5

ตารางที่ 4.23 ค่า Totox ของตัวอย่างอิมัลชัน 10 เปอร์เซนต์ พีเอช 3 5 และ 7 เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 49 วัน

ตัวอย่าง	pH	ระยะเวลาการเก็บ (วัน)							
		0	7	14	21	28	35	42	49
มันปลา	3	10.76	24.46	33.34	42.80	53.30	47.23	60.86	69.80
	5	8.41	12.39	16.31	20.65	22.89	20.65	25.19	25.53
	7	8.71	13.88	14.17	21.31	22.45	28.74	35.86	14.10
ติ้วขาว	3	10.58	14.94	22.44	39.74	60.00	38.27	51.33	50.11
	5	10.47	14.49	16.30	19.78	23.96	26.03	27.52	28.07
	7	8.62	14.38	14.32	24.51	26.19	27.29	28.50	15.30
ทีบีเอชคิว	3	6.36	13.80	19.92	46.34	89.71	118.76	65.27	73.31
	5	6.73	16.84	17.71	19.12	21.51	34.66	21.35	23.71
	7	4.68	10.73	14.35	21.72	25.93	23.42	10.39	6.00
ควบคุม	3	6.59	11.03	31.98	59.01	71.22	83.72	68.63	82.56
	5	4.45	22.36	32.38	71.13	79.23	71.41	58.24	61.84
	7	6.91	13.12	24.84	27.19	27.82	28.65	33.99	27.78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.24 ค่า Totox ของตัวอย่างอิมัลชัน 10 เปอร์เซนต์ พีเอช 3 5 และ 7 เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 35 วัน

ตัวอย่าง	pH	ระยะเวลาการเก็บ (วัน)					
		0	7	14	21	28	35
มันปลา	3	10.66	31.38	43.90	72.63	76.53	87.39
	5	8.70	21.67	18.54	23.16	30.04	15.80
	7	8.71	14.47	15.11	22.42	26.12	29.87
ติ้วขาว	3	10.58	34.05	42.81	69.34	81.85	86.22
	5	10.47	17.31	20.49	27.62	42.75	40.39
	7	8.62	21.47	15.94	26.10	35.00	36.51
ทีบีเอชคิว	3	6.36	20.70	24.95	47.29	81.53	89.77
	5	6.73	13.91	20.35	30.80	21.61	21.19
	7	4.78	14.59	18.78	22.76	33.96	26.34
ควบคุม	3	6.59	11.43	32.55	60.57	77.87	74.22
	5	4.69	23.17	33.97	72.84	74.25	80.17
	7	6.91	13.17	25.50	28.38	26.65	28.06

4.3.2.5 Hexanal

เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิการเก็บ 25 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.27) พบว่า ตัวอย่างทุกตัวอย่าง ประกอบด้วย สารสกัดมันปลา กระโดน และตัวอย่างควบคุม มีการเปลี่ยนแปลงไปจากตัวอย่างวันที่ 0 เพียงเล็กน้อย ยกเว้น ตัวอย่างควบคุมของอิมัลชัน 10 เปอร์เซนต์ ที่มีค่าเพิ่มขึ้นจากวันที่ 0 ประมาณสามเท่า แสดงว่า การเก็บที่อุณหภูมิต่ำ สามารถชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมัน และพบว่า สารสกัดพืชทั้งสองชนิด มีประสิทธิภาพในการต่อต้านการเกิดออกซิเดชันได้ดี โดยมีค่าปริมาณของ Hexanal น้อยกว่าตัวอย่างควบคุม เมื่อเพิ่มอุณหภูมิการเก็บเป็น 35 (ตารางที่ 4.28) และ 45 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.29) จะเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมัน และ สารสกัดมันปลามีประสิทธิภาพการต่อต้านดีกว่ากระโดน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.25 ปริมาณ Hexanal ของตัวอย่างอิมัลชัน วันที่ 0 ของอิมัลชัน 10 เปอร์เซนต์

ตัวอย่าง	Peak area	Hexanal (mmol/g emulsion)
มันปลา	1308451	0.065
Kradon	2376382	0.119
ตัวอย่างควบคุม	2305119	0.115

ตารางที่ 4.26 ปริมาณ Hexanal ของตัวอย่างอิมัลชัน วันที่ 63 (วันสุดท้ายของการเก็บ) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ของอิมัลชัน 10 เปอร์เซนต์

ตัวอย่าง	Peak area	Hexanal (mmol/g emulsion)
มันปลา	2317369	0.116
Kradon	3553561	0.178
ตัวอย่างควบคุม	9085167	0.454

ตารางที่ 4.28 ปริมาณ Hexanal ของตัวอย่างอิมัลชัน วันที่ 49 (วันสุดท้ายของการเก็บ) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ของอิมัลชัน 10 เปอร์เซนต์

ตัวอย่าง	Peak area	Hexanal (mmol/g emulsion)
มันปลา	5694490	0.285
Kradon	14905839	0.745
ตัวอย่างควบคุม	188073525	9.404

ตารางที่ 4.29 ปริมาณ Hexanal ของตัวอย่างอิมัลชัน วันที่ 35 (วันสุดท้ายของการเก็บ) ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ของอิมัลชัน 10 เปอร์เซนต์

ตัวอย่าง	Peak area	Hexanal (mmol/g emulsion)
มันปลา	4203911	0.210
Kradon	4972505	0.249
ตัวอย่างควบคุม	59818128	2.991

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

สารสกัดพืชทั้ง 10 ชนิดมีความแตกต่างของปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านออกซิเดชันอย่างมาก สารสกัดมันปลามีปริมาณโพลีฟีนอลมากที่สุด ส่วนสารสกัดก่อข้าว ทะโล้ และมันปลา เป็นสารสกัดที่มีความสามารถในการต้านออกซิเดชันสูง ส่วนสารสกัดเมี่ยงป่า ก่อข้าว และเดื่อว้า เป็นดกลุ่มที่มีค่า anti TBARS สูง นอกจากนี้ ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการต้านออกซิเดชัน ยกเว้น anti-TBARS

การวิเคราะห์ศักยภาพในการกันหืนของสารสกัดพืชทั้ง 10 ชนิด พบว่า การเพิ่มสารสกัดพืชในอิมัลชันจะให้ศักยภาพในการต้านหืนได้ดีกว่า ชนิดของอิมัลชัน ยังมีผลต่อประสิทธิภาพในการกันหืนของสาสกัดพืชแต่ละชนิดอีกด้วย โดย สารสกัดมันปลา และสารสกัดติ้วขาว มีศักยภาพสูงสุดในการต้านการหืนในอิมัลชัน 30 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ สารสกัดมันปลา และ สารสกัดกระโดน มีศักภาพในการต้านการหืนดีที่สุดในอิมัลชัน 10 เปอร์เซ็นต์

พีเอชและอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษามีผลต่อการชะลอการออกซิเดชันของน้ำมัน โดยการใช้พีเอชต่ำจะเร่งการเกิดออกซิเดชัน ในขณะที่การเพิ่มพีเอชทำให้ประสิทธิภาพการยับยั้งการหืนดีขึ้น ส่วนการเพิ่มอุณหภูมิในการเก็บรักษา จะเร่งการเกิดออกซิเดชันของไขมัน และอาจทำลายสารต้านออกซิเดชันในพืชได้ นอกจากนี้ยัง ชนิดของอิมัลซันฎ์มีผลเช่นกัน โดยอิมัลชัน 10 เปอร์เซ็นต์ที่เติมสารสกัดมันปลาและกระโดนมีศักยภาพมากกว่าอิมัลชัน 30 เปอร์เซ็นต์ที่เติมสารสกัดพืช มันปลา และกระโดน มีศักยภาพในการนำไปประยุกต์ใช้เป็นสารกันหืนตามธรรมชาติในอาหารอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 6

ผลผลิตงานวิจัย

6.1 สรุปรายชื่อและรายละเอียดผลผลิตงานวิจัยที่ผลิตได้และที่อยู่ระหว่างดำเนินการ

Pornhathai Putthawan & Varipat Areekul. 2013. Effect of Thai local plant extracts on stability of oil in water (O/W) emulsion system. In Proceeding of Food Innovation Asia 2013. The 15th Agro-industrial Conference. Bitec Conventional Center, Bangkok 13-14 June 2013.

Pornhathai Putthawan and Varipat Areekul 2012. Screening for antioxidant activity in edible Thai local plants. The 4th International Conference on natural products for health beauty. 28 -30 Nov. 2012. pp 551-40 – 551-46.

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บรรณานุกรม

ชนินันท์ ลิมปิชัชวาลย์. 2551. **ผลของปริมาณโปรตีนในกัมสำรองต่อสมบัติอิมัลชัน ปริมาณกรดฟีนอลิก และความสามารถต้านออกซิเดชัน**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสต์การอาหาร ภาควิชาวิทยาศาสต์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นราพร พรหมไกรวร. 2552. **ความสามารถในการต้านออกซิเดชันและสารสำคัญที่พบในสารสกัดจากพืชป่าบางชนิด**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วริพัสย์ นราพร และ 2554. **ผลของสารสกัดพืชต่อการต้านการหืนในอิมัลชัน**. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ งบประมาณแผ่นดิน คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วาณี ใจวิเสน. 2554. **การประเมินการต้านการหืนของพืชพื้นบ้านที่บริโภคได้ในแพตตี้หมู**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสุขาภิบาลอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิวัฒน์ หวังเจริญ. 2554. บทบาทของสารประกอบฟีนอลต่อสุขภาพ. อาหาร 32(4): 345-253.

ยุภา แก้วดานา. 2556. **ศักยภาพในการกันหืนของสารสกัดจากพืชท้องถิ่นที่บริโภคได้ในน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปาล์ม**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสุขาภิบาลอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นันทวัน บุญยประภัศร และ อรนุช โชคชัยพรเจริญ. (บรรณาธิการ). 2539. **สมุนไพร: ไม้พื้นบ้าน (1)**. สำนักงานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. ประชาชน. กรุงเทพฯ. 895 หน้า

นันทวัน บุญยประภัศร และ อรนุช โชคชัยพรเจริญ. (บรรณาธิการ). 2541. **สมุนไพร: ไม้พื้นบ้าน (2)**. สำนักงานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. ประชาชน. กรุงเทพฯ. 640 หน้า

นันทวัน บุญยประภัศร และ อรนุช โชคชัยพรเจริญ. (บรรณาธิการ). 2542. **สมุนไพร: ไม้พื้นบ้าน (3)**. สำนักงานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. ประชาชน. กรุงเทพฯ. 823 หน้า

นันทวัน บุญยประภัศร และ อรนุช โชคชัยพรเจริญ. (บรรณาธิการ). 2543. **สมุนไพร: ไม้พื้นบ้าน (4)**. สำนักงานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. ประชาชน. กรุงเทพฯ. 740 หน้า

นันท์นภัส เติมวงศ์. 2551. ความสัมพันธ์ของสารประกอบฟีโนลิกส์กับความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระในพืช. ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์. 8(2): 114-124

นวลศรี รักอริยะธรรม และ อัญชนา เจนวิถีสุข. 2546. **แอนติออกซิแดนซ์ : สารต้านมะเร็งในผัก-สมุนไพรไทย**. นพบุรีการพิมพ์. เชียงใหม่. 218 หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. **วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน**. กรุงเทพฯ. โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

ปนัดดา พิพัฒนวศิน. 2550. **รงคเลขผิวบาง การประยุกต์ใช้ในการวิจัยยาและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ**. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ. 134 หน้า

ปริทรรศน์ ไตรสนธิ, พิทยา สรวมศิริ, นุชนารถ จงเลขา, ชูศรี ไตรสนธิ, เกรียงไกร ไชยโรจน์, กฤษณา ภูตะคาม, ญาณี พงศ์ไพบูลย์, ไพโรจน์ วิริยารี และ พรสวรรค์ ดิษยบุตร. 2545. **การใช้ประโยชน์พืชสมุนไพรในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวง**. รายงานวิจัย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 311 หน้า

พิชญ์อร ไหมสุทธิกุล และสุพรรณ จารุจงกลวงศ์. 2550. ผลของสารสกัดจาก *Cratoxylum formosum* Dyer. และการ strip ที่มีผลต่อความคงตัวของน้ำมันถั่วเหลือง. หน้า 765-772. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45 สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร**. กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รัตนา อินทรานุปกรณ์. 2547. **การตรวจสอบและการสกัดแยกสารสำคัญจากสมุนไพร**. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. 215 หน้า

ลีนา ผู้พัฒนพงศ์. 2530. **สมุนไพรไทย ตอนที่ 5**. ฝ่ายพฤกษศาสตร์ป่าไม้ กองบำรุง กรมป่าไม้. ชุติมาการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 516-731 หน้า

วงศ์สถิต ฉั่วสกุล, อุบลวรรณ บุญแปลง และพัชราวดี พรรณเนตร. 2550. **ชื่อท้องถิ่นของพรรณไม้ไทย (8)**. ไทยเภสัชศาสตร์และวิทยาการสุขภาพ. 2(1): 1-8.

วิวัฒน์ หวังเจริญ. 2545. **บทบาทของสารประกอบฟีนอลต่อสุขภาพ**. วารสารอาหาร. 32(4): 245-253"

สุธรรม อารีกุล, จำรัส อินทร, สุวรรณ ทาเขียว และอ่องเต็ง นันทแก้ว. 2551ก. **องค์ความรู้เรื่องเรื่องพืชป่าที่ใช้ประโยชน์ทางภาคเหนือของไทย เล่ม ๑**. มูลนิธิโครงการหลวง. อมรินทร์พรินติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง. กรุงเทพฯ. 978 หน้า

สุธรรม อารีกุล, จำรัส อินทร, สุวรรณ ทาเขียว และอ่องเต็ง นันทแก้ว. 2551ข. **องค์ความรู้เรื่องเรื่องพืชป่าที่ใช้ประโยชน์ทางภาคเหนือของไทย เล่ม ๒**. มูลนิธิโครงการหลวง. อมรินทร์พรินติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง. กรุงเทพฯ. 920 หน้า

สุธรรม อารีกุล, จำรัส อินทร, สุวรรณ ทาเขียว และอ่องเต็ง นันทแก้ว. 2551ค. **องค์ความรู้เรื่องเรื่องพืชป่าที่ใช้ประโยชน์ทางภาคเหนือของไทย เล่ม ๓**. มูลนิธิโครงการหลวง. อมรินทร์พรินติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง. กรุงเทพฯ. 886 หน้า

ศศิเกษม ทองยงค์ และ พรรณี เดชกำแหง. 2530. เคมีอาหารเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พริ้นติ้ง. 211 หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2546. วัตถุเจือปนในอาหาร. นครปฐม: โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อนุชิต มุ่งงาม. 2555. **แอนติออกซิแดนซ์ในธัญพืช**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. มหาสารคาม

โอภา วัชรคุปต์. (บรรณาธิการ). 2550. **สารต้านอนุมูลอิสระ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. พี เอส พริ้นท์. นนทบุรี.

Abdalla, A.E. and Roozen J.P. 1999. Effect of plant extracts on the oxidative stability of sunflower oil and emulsion. **Food chem.** 64: 323-329

Abu Bakar, M. F., M. Mohamed, A. Rahmat, and Fry. J. 2009. Phytochemicals and antioxidant activity of different parts of bambangan (*Mangifera pajang*) and tarap (*Artocarpus odoratissimus*). **Food Chem.** 113:479–483.

Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Morris, A., Baron, M. and Shahidi, F. 2005. Comparison of antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids and phenolics of three native fresh and sun-dried date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties grown in Oman. **J. Agri. Food Chem.** 53: 7592-7599.

Arabshahi, D.S., Devi, D.V. and Urooj, A. 2007. Evaluation of antioxidant activity of some plant extracts and their heat, pH and storage stability. **Food Chem.** 100: 1100-1105

Almajano MP., Delgado ME. and Gordon MH. 2007. Albumin causes a synergistic increase in the antioxidant activity of green tea catechins in oil-in-water emulsions. Food Chem. 102: 1375–1382.

AOAC. 2000. Total solid content, gravimetric method 966.02. Official Method of analysis. **Associate of Official Analytical Chemists.** EUA.

AOCS. 1997a. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS, 4th ed., **American Oil Chemists' Society**, Champaign, Addition and Revision. Method. Cd 8-53. Peroxide value (acitic acid- chloroform method)

AOCS. 1997b. Official Methods and Recommended Practices of ACCS. 4thed. **American Oil Chemists' Society**, Champaign. Addition and Revision. Method Cd 12b-92: Oil Stability Index (OSI).

AOCS. 1997c. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS, 4th ed., **American Oil Chemists' Society**, Champaign. Addition and Revision. Method Cd 18-90. *p*-anisidine value.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Barros, L., Baptista, P., Correia, D.M., Moris, J.S. and Ferreira, I.C.F.R. 2007. Effect of conservation treatment and cooking on chemical composition and antioxidant activity of Portuese wild edible mushrooms. J. Agric. Food Chem. 55 (12): 4781-4788.

Benzie, IFF. and Strain,JJ. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. Anal. Biochem. 239: 70-76.

Boonnak, N., Karalai, C., Chantrapromma, S., ponglimanont, C., Fun, H.K., Kanjana-Opas, A. and Laphookhieo, S. 2006. Bioactive prenylated xanthones and anthraquinones from *Cratoxylum formosum* spp. *Pruniflorun*. Tetrahedron. 62: 8850-8859.

Borneo, R., Leom, A., Aguirre, A. Ribotta, P. and Cantero, J.J. 2009. Antioxidant capacity of medicinal plants from Province of Cordoba (Agentina) and their *in vitro* testing in a model food system. Food Chem. 112: 664-670.

Boskou, D. 2006. Sources of natural phenolic antioxidants. Trends Food Sci. Tech. 17: 505-512.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, LWT. 28:25-30.

Cai, Y., Luo, Q. Sun, M. and Corke. H. 2004. Antioxidant activity and phenolic of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. Life Sci. 74:2157–2184.

Cai, Y., Sun, M., Jie, X., Luo, Q. and Corke. H. 2006. Structure-radical scavenging activity relation of phenolic compounds from traditional Chinese medicinal plants. Life Sci. 78:2872–2888.

Capecka, E., Mareczeek, A. and Leja M. 2005. Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some Lamiaceae species. Food Chem. 93: 223-226.

Castenmiller, J.J.M., Linssen, J.P.H., Heinonen, I.M., Hopia, A.I. Schwarz, K. and Hollmann, P.C.H. 2002. Antioxidant properties of differently processed spinach products. Nahrung. 46: 290-293

Cavar, S., Kovac, F. Makimovic, M. 2009 Synthesis and antioxidant activity of selected 4-methylcourmarin. Food Chem. 117: 135-142.

Chai, X., Su, Y.F. Guo, L.P., Wu, D., Zhang, J.F., Si, C.L., Kim, J.K. and Bae, Y.S. 2008. Phenolic constituents from *Conyza sumatrensis*. Biochem. Syst. Ecol. 36: 216-218.

Chan, E.W.C., Lim, Y.Y. and Chew, Y.L. 2007. Antioxidant activity of Camellia sinensis leaves and tea from lowland plantation in Malaysia. Food Chem. 102:1214–1222.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Chan, E.W.C., Lim, Y.Y. Wong, S.K. Lim, K.K. Tan, S.P. Lianto, F.S. and Yong. M.Y. 2009. Effects of different drying methods on the antioxidant properties of leaves and tea of ginger species. **Food Chem.** 113:166–172.

Chanwitheesuk, A. Teerawutgulrag, A and Rakariyatham N. 2005. Screening of antioxidant activity and antioxidant compounds of some edible plants of Thailand. **Food Chem.** 92: 491–497

Dasgupta, N. and B. De. 2004. Antioxidant activity of *Piper betle* L. leaf extract in vitro. **Food Chem.** 88:219–224.

Deba, F., Xuan, T.D., Yasuda, M. and Tawata, S. 2008. Chemical cpmposition and antioxidant, antibacterial and antifungal activities of the essential oil from *Bidens pilosa* Linn. Var. *Radiata*. **Food Control.** 19: 346-352.

Di Mattia, CD., Sacchetti G., Mastrocola, D. and Pittia P. 2009. Effect of phenolic antioxidants on the dispersion state and chemical stability of olive oil O/W emulsions. Food Research Int. 42: 1163–1170

Dragovic-Uzelac, V., J. pospišil, B. Levaj, and K. Delonga. 2005. The study of phenolic profiles of raw apricots and apples and their purees by HPLC for the evaluation of apricot nectars and jams authenticity. Food Chem. 91:373–383.

Del Caro, A. Piga, A. and Corda, G. 2004. Effect of drying conditions and storage period on polyphenol content, antioxidant caoacity, and ascorbic acid of prunes. **J. Agric. Food Chem** 52: 4780–4784.

de Padua, L.S., Bunyapraphatsara, N. and Lemmens, R.H.M.J. (Eds.). 1999. Plant resources of South-East Asia No. 12(1) : Medicinal and poisonous plants 1. Backhuys Publishers. Leiden. the netherlands. 711 pp.

Dewanto, V., Wu, X.Z., Adom, K.K. and Liu, R.H. 2002 Thermal processing enhances the nutritions value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. **J. Agri. Food Chem.** 50: 3010–3014.

Dicko, M.H., Gruppen, H., Traore, A.S., Van Berkel, W.J.H. and Voragen, A.G,J. 2005. Evaluation of the effect of germination on phenolic compounds and antioxidant activities in sorghum variesties. **J. Agri. Food Chem.** 53:2581–2588.

Dickinson, E. 2003. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed system. **Food Hydrocolloids.** 17:25-29.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Dini, I., Tenore, G.C. and Dini, A. 2009. Saponins in *Ippomoes batatas*: Isolations, characterization, quantification and antioxidant properties. Food Chem. 113: 411-419.

Ferreira, D., Guyot, S., Mamet, N., Delgadillo, I., Renard, C.M.G.C. and Coimbra, M.A. 2002. Composition of phenolic compounds in portuguese pear (*Pyrus communis* L. var. *S. Bartolomeu*) and change after sun-drying. J. Agri. Food Chem. 50: 4537–4544.

Ferreira, A. Proenca., C., Serralheiro, M.L.M. and Araujo, M.E.M. 2006. The *in vitro* screening for acetylcholinesterase inhibition and antioxidant activity of medicinal plants from portugal. J. Ethnopha. 108: 31-37.

Frankel, E.N. 1998. Lipid oxidation. Dundee, UK: The Oily Press.

Gibis,M. and Wessi, J. 2012. Antioxidant capacity and inhibitory effect of grape seed and rosemary extract in marinades on the formation of heterocyclic amines in fried beef patties. Food Chemistry. 134: 766-774.

Gulluce, M., Sahin, F. Sokmen, M. Ozer, H. Daferera, D. Sokmen, A. polissiou, M. Adiguzel, A. and Ozkan. H. 2007. Antimicrobial and antioxidant properties of the essential oils and methanol extract from *Mentha longifolia* L. ssp. *longifolia*. Food Chem. 103:1449–1456.

Guo, C., Yang, J. Wei, J. Li, Y. Xu, J. and Jiang. Y. 2003. Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common flowers as determined by FRAP assay. Nutr. Res. 23:1719–1726.

Han, J., Ye, M. Xu, M. Sun, J. Wang, B. and Guo. D. 2007. Characterization of flavonoids in the traditional Chinese herbal medicine-Huangqin by liquid chromatography coupled with electrospray ionization mass spectrometry. J. Chromatogr. B. 848:355–362.

Huang, S.W. and Frankel, E.N. 1997. Antioxidant activity of tea catechins in different lipid system. J. Food Sci & Nutri.

Katalinic, V., Milos, M. Modun, D. Music, I. and Boban. M. 2004. Antioxidant effectiveness of selected wines in comparison with (+) catechin. Food Chem. 86:593–600.

Kaur, C. and Kapoor. H. C. 2001. Antioxidants in flowers and vegetables—the millennium's health. Int. J. Food Sci. Tech. 36:703–725.

Kubola, J. and Siriamornpun. S. 2008. Phenolic contents and antioxidant activities of purslane (*Momordica charantia* L.) leaf, stem and fruit fraction extracts in vitro. Food Chem 110:881–890.

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Li, B. B., Smith, B. and Hossain. Md M. 2006. Extraction of phenolics from citrus peels: I. solvent extraction method. *Sep.* **Purif. Technol.** 48:182–188.

Li, D., Ng, A. Mann, N. and Sinclair. A. J. 1998. Meat fat can make a significant contribution to dietary arachidonic acid. **Lipids** 33:437–440.

Liu, L., Howe, P. Zhou, Y. Xu, Z. Hocart, C. and Zhang. R. 2000. Fatty acids and β-carotene in Australian purslane (*portulaca oleracea*) varieties. **J. Chromatogr. A** 893:207–213.

Lopez-Velez, M., Martinez-Martinez, F. and Del Valle-Ribes. C. 2003. The study of phenolic compounds as natural antioxidants in wine. **Critical Reviews Food Science and Nutrition** 43:233–244.

Maisuthisakul, P., Sutajit, M. and Pongsawatmanit, R. 2007. Assessment of phenolic content and free radical-scavenging capacity of some Thai indigenous plants. Food Chem. 100 : 1409-1418.

Manach, C., Scalbert, A. Morand, C. Rémésy, C. and Jiménez. L. 2004. polyphenols: food sources and bioavailability. **Am. J. Clin. Nutr** 79:727–747.

McClements., D.J. 2000. Comments on viscosity enhancement and depletion flocculation by polysaccharide. Food Hydrocolloids. 14: 173-177.

McClements., D.J. 2005. Food Emulsions Principles, Practice, and Techniques. 2nd ed. CRC Press. Florida.

Nawar, WW. 1996. Lipid. *In* Food Chemistry 3th ed. (Fennema, OR. (Editor)). Marcel Dekker, Inc. p 225-321.

Oliveira, I., Valentao, P. Lopes, R. Andrade, P. Bento, A. and Pereira. J. A. 2009. Phytochemical characterization and radical scavenging activity of *portulaca oleraceae* L. leaves and stems. **Microchem J** 92:129–134.

Ortega, H., Coperías, J. L. Castilla, P. Gómez-Coronado, D. and Lasunción, M. A. 2004. Liquid chromatographic method for the simultaneous determination of different lipid-soluble antioxidants in huมันปลาsma and low-density lipoproteins. **J. Chromatogr. B** 803:249–255.

Othman, A., Ismail, A. Ghani, N. A. and Adenan. I. 2007. Antioxidant capacity and phenolic content of cocoa beans. **Food Chem** 100:1523–1530.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Pereira, J.A., Oliveira, I. Sousa, A. 2007. Walnut (*Juglans regia* L.) leaves: phenolic compounds, antibacterial activity and antioxidant potential of different cultivars. Food Chem. Toxicol 45:2287–2295.

Phomkaivon, N. and Areekul V. 2009. Screening of antioxidant activity of selected Thai wild plants. Asian J. Food Agro-Industry. 2(4). *In press.*

Pulido, R., Bravo, L. and Saura-Calixto. F. 2000. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. J. Agric. Food Chem 48:3396–3402.

Rashed, A.N., Afifi, F.U. and Disi. A.M. 2003. Simple evaluation of the wound healing activity of a crude extract of *portulaca olecracea* L. (growing in Jordan) in *Mus musculus* JVI-1. J. Ethnopharmacol 88:131–136.

Renaud, S. 1990. Linoleic acid, platelet aggregation and myocardial infarction. Atherosclerosis 80:255–256.

Renaud, S. and Nordoy. A. 1983. Small is beautiful: alpha-linolenic acid and eicosapentanoic acids in man. Lancet i 1169.

Rice-Evans, C.A., Miller, N.J. and Paganga, G. 1996. Structure–antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. Free Radic. Biol. Med 20:933–956.

Rific, V. A. and Khanchadurian. A. K. 1993. Dietary supplementation with vitamin C and E inhibits in vitro oxidationof lipoproteins. J. Am. Coll. Nutr 12:631–637.

Rudnicki, M., Oliveira, M.R. Pereira, T.V. Reginatto, F.H. Dal-Pizzol, F. and Moreira. J.C.F. 2007. Antioxidant and antiglycation properties of *Passiflora alata* and *Passiflora edulis* extracts. Food Chem 100:719–724.

Sapina, M., Cuccioloni, M. Sparapani, L. Accirarri, S. Eleuteri, A.M Fioretti, E. and Angeletti. M. 2008. Comparative evaluation of flavonoid content in assessing quality of wild and cultivated vegetables for human consumption. J. Sci. Food Agric 88:294–304.

Sasaki, K., Alamed, J., Weiss, J., Villeneuve, P., Giraldo LJL, Lecomte, J. , Figueroa-Espinoza, M. and Decke EA. 2009. Relationship between the physical properties of chlorogenic acid esters and their ability to inhibit lipid oxidation in oil-in-water emulsions. Food Chem. *In Press.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Senevirathne, M., Kim, S. Siriwardhana, N. Ha, J. Lee, K. and Jeon. Y. 2006. Antioxidant potential of *Ecklonia cava* on reactive oxygen species scavenging metal chelating, reducing power and lipid peroxidationinhibition. Food Sci. Technol. Int 12:27–38.

Shahidi, F. 2000. Antioxidants in food and food antioxidants. Nahrung. 44: 158-163.

Silva, B.M., Andrade, P.B. Valentaõ, P. Ferreres, F. Seabra, R.M. and Ferreira. M.A. 2004. Quince (*Cydonia oblonga* Miller) flower (pulp, peel, and seed) and jam: antioxidant activity. J Agric. Food Chem 52:4705–4712.

Simopoulos, A. P. Norman, H.A. and Gillapsy, J.E. 1995. Plants in human nutrition. 47–74. *in* Simopoulos, A. P. ed. World Review of Nutritionand Dietetics. Basel: Karger.

Samotyja, U. and Małecka M. 2007. Effects of blackcurrant seeds and rosemary extracts on oxidative stability of bulk and emulsified lipid substrates. Food Chem. 104: 317–323.

Tabart, J., Kevers, C., Pincemail, J. Defraigne, J.O. and Dommers, J. 2009. Comparative antioxidant capacities of phenolic compounds measured by various test. Food Chem. 113: 1226-1233.

Tawaha, K., Alali, F.Q., Gharaibeh, M., Mohammad, M. and El-Elimat, T. 2007. Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species. Food Chem. 104: 1372-1378.

Tian,L.L. and White, P.J. 1994. Antioxidant activity of oat extract in soybean and cottonseed oils. J. American Oil Chemists' Society. 71: 1079-1086.

van der Vossen, H.A.M. and Wessel, M. (Eds). 1999. Plant resources of South-East Asia No. 6 : Stimulants. Backhuys Publishers. Leiden. the netherlands. 201 pp.

van Valkenburg, J.L.C.H. and Bunyapraphatsara, N. (Eds). 2001. Plant resources of South-East Asia No.12(2) : Medicinal and poisonous plants 2. Backhuys Publishers. Leiden. the netherlands. 782 pp.

Velasco, J., Dobarganes, C., Holgado, F. and Mrquez-Ruiz, G. 2009. A follow-up oxidation study in dried microencapsulated oils under the accelerated conditions of the Rancimat test. Food Research Int. 42: 56-62.

Vinha, A.F. Ferreres, F. Silva, B.M., Valantao, P., Goncalves, A. Pereira, J., Oliveira, M.B., Seabra, R.M. and Andrade, P.B. 2005. Phenolic profiles of Protuguese olive fruits (Olea europaea L.): influences of cultivar and geographical origin. Food Chem. 89: 561-568.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Vogel, H., Gonzalez, M. Faini, F., Razmilic, L., Jaime Rodriguez, J., Mart, J.S. and Urbinag, F 2005. Antioxidant properties and TLC characterization of four Chilean *Haplopappus* species known as bailahuen. J. Ethnopham. 97: 97-100.

Vinson, J. A., Xuehui, S. Ligia, Z. and Bose, P. 2001. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits. J. Agric. Food Chem. 49: 5315–5321.

Xu, X., Yu, L. and Chen, G. 2006. Determination of flavonoids in *portulaca oleracea* L. by capillary electrophoresis with electrochemical detection. J. Pharmaceut. Biomed. Anal 41:493–499.

Williams, R. and Elliot, M. 1997. Antioxidants in grapes and wine:Chemistry and health effects. In Natural antioxidants: Chemistry, health effects and applications (Shahidi F. (Editor)). Illinois: American Oil Chemical Society Press. pp.150–173

Wojdylo, A., Oszmianski, J. and Czemerys, R. 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. Food Chem. 105: 940-949.

Wolfe, K.L., Kang, X., He, X., Dong, M., Zhang, Q. and Liu, R.H. 2008. Cellular antioxidation activity of common fruit. J. Agric. Food Chem. 56: 8418–8426.

Wong, S.P., Leong, L.P. and Koh, J.H.W. 2006. Antioxidant activities of aqueous extracts of selected plants. Food Chem. 99: 775-783.

Wu, C.R., Huang, M.Y. Lin, Y.T. Ju, H.Y. and Ching, H. 2007. Antioxidant properties of *Cortex Fraxini* and its simple coumarins. Food Chem. 104: 1464-1471.

Yang, L.F., Siriamornpun, S. and Li, D. 2006. polyunsaturated fatty acid content of edible insects in Thailand. J. Food Lipids. 13:277–285.

Yanishlieva-Maslarova, N.V. 2001. Inhibiting oxidation. In pokorny, J., Yanishlieva, N. and Gordon, M.H. (Eds.). Antioxidants in food: pratical applications. Cambridge: Woodhead Publishing Limited. 22-70 pp.

Yawadio Nsimba, R., Kikuzaki, H. and Konishi, Y. 2008. Antioxidant activity of various extracts and fractions of *Chenopodium quinoa* and *Amaranthus* spp. seeds. Food Chem. 106: 760-766.

Yoshida, T., Chou, T., Nitta, A. and Okuda, T. 1991. Tannins and related polyphenols of theaceous plants. IV. monomeric and dimeric hydrolyzable tannins having a dilactonized valoncoyl group from *Schima wallichii* KORTH. Chem. Pharm. Bull. 39(9): 2247-2251.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Yu, J., Wang, L., Walzem, R.L., Miller, E.G., Pike, L.M. and Patil, B.S. 2005. Antioxidant activity of citrus limonoids, flavonoids and coumarins. **J. Agri. Food Chem.** 53: 2009 2014.

Zhang, J.S., Guan, J., Yang, F.Q., Lui, G.H. Cheng, X.J. and Li, S.P. 2008. Qualitative and quantitative analysis of four species of Curcuma rhizomes using twice development thin layer chromatography. **J. Pharm. Biomed. anal.** 48(3): 1024-1028

Zheng, W. and Wang, S.Y. 2001. Antioxidant activity and phenolic compound in selected herbs. **J. Agri. Food Chem.** 52: 1112–1117.

Zhou, K. and Yu, L. 2004. antioxidant properties of bran extracts from Trego wheat grown at different location. **J. Agri. Food Chem.** 52:1112–1117.

Zhou, K. and Yu, L. 2006. Total phenolic contents and antioxidant properties of commonly consumed vegetables grown in Colorado. **LWT Food Sci. Technol.** 39: 1155–1162.

Zhou, L and Elias, R.J. 2009. Antioxidant and pro-oxidant activity of (-) epigallocatechin-3-gallate in food emulsion; Influence of pH and phenolic concentration.

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก ก

การเตรียมสารสกัดพืชและการเตรียมตัวอย่างอิมัลชัน

ตารางที่ ก 1 ปริมาณเปอร์เซนต์ของแข็งทั้งหมดของสารสกัดพืช

ตัวอย่างพืช	ส่วนที่ใช้	ปริมาณของแข็งทั้งหมด (เปอร์เซนต์)
เมี่ยงป่า	ใบ	69.19
กระโดน	ใบ	52.36
ก่อข้าว	ใบ	60.58
ติ้วขาว	ใบ	66.97
ผักแปม	ลำต้นและใบ	53.91
เดื่อว้า	ใบ	44.24
มันปลา	ใบ	48.51
ผักไผ่	ลำต้นและใบ	69.76
ทะโล้	ใบ	58.4
ส้มปี้	ใบ	76.29

วิธีเตรียมสารสกัดพืชแต่ละความเข้มข้นจากสกัดพืชเข้มข้น

ต้องการเตรียมสารสกัดทุกตัวให้มีstock solution 400 mg/ml

ยกตัวอย่าง เช่น สารสกัด เมี่ยงป่า มีปริมาณของแข็ง 66.19 เปอร์เซนต์ ต้องการเตรียมให้ได้ ความเข้มข้น 400 mg/ml(40 g /100 ml = 40×10^4 µg/ml)

= 40/66.19

= 1/1.65 = 0.60 ml

ดังนั้นต้องเติม solvent ปริมาตร 0.60 ml เพื่อให้สารสกัดมีความเข้มข้น 400 mg/ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก ข

การเตรียมสารละลายมาตรฐานและรีเอเจนต์ทดสอบ

1.สารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก

ชั่งแกลลิก 0.02 กรัม ละลายด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซนต์ ปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร จะได้สารมาตรฐานกรดแกลลิกที่มีความเข้มข้น 0.4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

2. สารละลายมาตรฐาน 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid (Trolox)

ชั่ง Trolox 0.025 กรัม ละลายด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซนต์ 10 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายมาตรฐาน trolox ที่มีความเข้มข้น 0.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

3. สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต

ชั่งโซเดียมคาร์บอเนต 10 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายชั่งโซเดียมคาร์บอเนตที่มีความเข้มข้น 10 เปอร์เซนต์

4. สารละลาย 2,2-diphynyl-1-picryhydrazyl radical (DPPH)

ชั่ง DPPH 0.0078 กรัม ละลายในเอทานอล 95 เปอร์เซนต์ ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลาย DPPH ที่มีความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์

5. สารละลาย 2,2'-azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS)

ชั่ง ABTS 0.2742 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร นำสารละลาย ABTS ที่ได้มาเติมแมงกานิสไดออกไซด์ 2 กรัม คนผสมให้เข้ากันด้วย magnetic stirrer เป็นเวลา 30 นาที ในที่มืด จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 แล้วกรองซ้ำอีกครั้งด้วยตัวกรองขนาด 0.2 ไมครอน จะได้สารละลาย ABTS+ ที่มีความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์

ก่อนทำการวิเคราะห์ให้เจือจางสารละลาย ABTS+ ด้วยน้ำกลั่น ให้มีค่าดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร อยู่ในช่วง 0.700±0.020 และควรเตรียมสารละลาย ABTS+ ใหม่ทุกครั้งที่ทำการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

6. สารละลาย Ferric reducing/antioxidant power (FRAP)

1) เตรียมอะซิเตตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.3 โมลาร์ (pH=3.6)

ชั่งโซเดียมอะซิเตต 3.1 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น เติมกรดอะซิตริกเข้มข้น (glacial acetic acid) 16 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1 ลิตร

2) เตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 40 มิลลิโมลาร์

ปิเปตกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 3.31 มิลลิลิตร เติมลงในน้ำกลั่น จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

3) เตรียมสารละลาย FRAP

ชั่งเฟอริกคลอไรด์ 0.1082 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร จากนั้นชั่ง 2,4,6-tripyridyl-*s*-triazine (TPTZ) 0.0624 กรัม ละลายด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 40 40 มิลลิโมลาร์ 20 มิลลิลิตร นำสารละลายทั้งสองมาผสมกับอะซิเตตบัฟเฟอร์ปริมาตร 200 มิลลิลิตร (หรือในอัตราส่วน 1:1:10) จะได้สารละลาย FRAP ปริมาตร 240 มิลลิลิตร ควรเตรียมสารละลาย FRAP ใหม่ทุกครั้งที่ทำการวิเคราะห์

7. การทดสอบความสามารถในการต้านออกซิเดชันของไขมัน

1) เตรียมอิมัลชันของกรดไขมันลิโนเลอิก 1 เปอร์เซนต์

ชั่งกรดไขมันลิโนเลอิก 0.5 กรัม เติม Tween 40 จำนวน 0.5 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นให้เข้ากัน แล้วปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร

2) เตรียมสารละลาย TCA-TBA-HCl

ชั่งกรดไตรคลอโรอะซิติก (trichloroacetic acid, TCA) 15 กรัม และกรดไทโอบาร์บิทูริก (thiobabituric acid, TBA) 0.375 กรัม ละลายด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.25 โมลาร์ จากนั้นผสมสารละลายทั้งสองให้เข้ากัน ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 1 คืน นำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 จะได้สารละลาย TCA-TBA-HCl

8. รีเอเจนต์ *p*-AV

ชั่ง *p* -Anisidine 0.25 กรัม ละลายในกรดอะซีติก ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

9. เตรียมสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.1 นอร์มอล

ชั่งโซเดียมไทโอซัลเฟต 24.9 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นต้มเดือดที่เย็นแล้ว จากนั้นปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร

การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.1 นอร์มอล

ชั่งโพแทสเซียมไดโครเมท ($K_2Cr_2O_7$) ประมาณ 0.16-0.22 กรัม (ซึ่งทำการอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง และทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น) ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตรและสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ 20 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นเติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร (เขย่า) แล้วไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต จนกระทั่งสีเหลืองเกือบจางหายไป เติมน้ำแป้ง 1-2 มิลลิลิตร (เขย่า) และไทเทรตต่อจนสีน้ำเงินจางหายไป

$$\text{Normality of } Na_2S_2O_3 = \frac{20.394 \times \text{น้ำหนัก } K_2Cr_2O_7 \text{ (กรัม)}}{\text{ปริมาตร (มล.) ของสารละลาย } Na_2S_2O_3}$$

10. เตรียมสารละลายแป้ง

ชั่งแป้ง 1 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย และเทลงในน้ำกลั่นต้มเดือด 100 มิลลิลิตร คนผสมให้เข้ากันแล้วต้มต่อประมาณ 1 นาที ทิ้งให้เย็นและเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

11. เตรียมสารละลายอะซิติก-คลอโรฟอร์ม

ผสมกรดอะซิตริก 300 มิลลิลิตร คลอโรฟอร์ม 200 มิลลิลิตร

12. สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI)

ละลายโพแทสเซียมไอออไดร์ ที่มากเกินพอในน้ำร้อน (โพแทสเซียมไอโอไดร์ ประมาณ 10 กรัม ในน้ำร้อน 6 มิลลิลิตร) เก็บในที่มืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก ค

สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย

.1. รายละเอียดงบประมาณที่เสนอขอ

1. ค่าตอบแทน (นักศึกษาปริญญาเอก) 18,000 บาท

2. ค่าใช้สอย (ค่าจ้างเหมาเก็บตัวอย่าง, ค่าวิเคราะห์ GC) 60,000 บาท

3. ค่าวัสดุ เช่น ค่าสารเคมี (DPPH, Trolox, Isooctane 100,000 บาท

- อุปกรณ์ (solid-phase microextraction, เมมเบรน), เครื่องแก้ว

รวม 178,000 บาท

. 2. แผนการใช้จ่ายเงิน

รายการ	วงเงินที่ใช้แต่ละเดือน											
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
ค่าตอบแทน				3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000			
ค่าใช้สอย			5,000	20,000			20,000			15,000		
ค่าวัสดุ			10,000	30,000	10,000	10,000	20,000	10,000	10,000			

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก ง

ผลผลิตงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

OB-8

Effect of Thai local plant extracts on stability of oil in water (O/W) emulsion system

*Pornhathai Putthawan[1] and Varipat Areekul**
[1] Faculty of Agro-Industry , King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang ,10520, Thailand
* Corresponding author: kavaripa@kmitl.ac.th

Abstract

Oil-in-water (O/W) emulsions are commonly constructed in several foods, e.g. milk, cream, mayonnaise, soups, sauces and beverages. A large contact surface of lipid droplets makes them susceptible to lipid oxidation, therefore, the use of synthetic antioxidants are commonly found in commercial food product. Natural antioxidants especially phytochemicals are now highly concerned as alternative antioxidant. The aim of this research was to investigate the potential of Thai local plants on oxidative stability of o/w emulsion system during storage. Ten selected local plants were individually dried at 50°C, extracted with 80% ethanol, concentrated by rotary evaporator. The extracts were added in soybean emulsion system (30% soybean oil, 0.3% lecithin, 1% Tween 80, 0.5% xanthan gum and phosphate buffer pH 5.4) to obtain the final concentration of 200 and 500 ppm, respectively. The emulsion was then incubated at 35°C for 35 days. The samples were taken for chemical analyses; Peroxide value (PV), Thiobarbituric acid (TBARS), Anisidine value (p-AV) and induction time by Rancimat. Chemical analyses revealed that rancidity in control (no added extracts) gradually increased during the first 14 days of storage, followed by the sharp increase up to the end of storage. In addition, plant extracts showed different anti-oxidative activities in o/w emulsion. At 200 ppm of plant extract in emulsion, PV, TBARS and p-AV observed in three plant extracts; *Glochidion sphaerogymum*, *Careya sphaerica* and *Cratoxylum formosum* were lower than those of control and the sample added TBHQ (100 ppm) but higher induction time were observed. When the concentration of extracts was increased to 500 ppm, most extracts except *Eleutherococus trifoliatum* and *Persicaria odorata* exhibited increasing preventive effect toward oxidation. In summary, *Glochidon sphaerogymum* showed the highest potential anti-rancidity and could be used as alternative natural antioxidant in o/w emulsion.

Keywords: Oil in water emulsion, Thai local plants, Anti-rancidity

Introduction

An emulsion is a mixture of two immiscible phases which one disperses in another in the form of small spherical droplets. Two major types of food emulsions are oil-in-water (o/w) and water-in-oil (w/o) but o/w emulsions are commonly constructed in several foods, e.g. milk, cream, mayonnaise, soups, sauces and beverages. The stability of emulsion is very

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

important for the quality of food and there are two main deteriorative causes: physical and chemical changes. Physical changes derived from an alteration in the spatial distribution or structural organization of the molecules resulting in separation of two phases called creaming, flocculation, coalescence, partial coalescence, phase inversion and Ostwald ripening. On the other hand, chemical changes commonly found include oxidation and hydrolysis, leading to unacceptable flavor and nutritional loss (McClements and Decker 2000). A large contact surface of lipid droplets makes them susceptible to lipid oxidation by influencing the location and reactivity of prooxidative transition metals, lipid hydroperoxide, minor lipid components, free radical scavengers and metal chelators (Frankel 1998).

Plants have been obtained much attention to be sources of bioactive substances containing phenolics, flavonoid, coumarins, stilbenes, hydrolysable and condensed tannins, lignins and lignans (Naczk and Shahidi 2006). Phenolics, namely gallic acid, catechin and quercetin, showed their protective effect towards lipids oxidation in emulsions (Mattia and others 2009). Plant extracts such as sage, thyme, lemon and catnip extracts were effective on the oxidative stability of sunflower oil and emulsion (Abdalla and Roozen 1999). Ramful and others (2011) reported that *Eugenia pollicina* leaf extract demonstrated a potential to the maintain oxidative stability of emulsion system. The hydrophilic antioxidant (*Melissa*) extract was very efficient in o/w emulsion (Poyato and others 2013). Previous research works indicated that types of bioactive substances and their concentrations presenting in crude extract had influenced on the oxidative stability of emulsions system. Therefore, the objective of the present study was to investigate the potential of Thai local plants on oxidative stability of o/w emulsion system.

Materials and Methods

Plant Materials

Ten Thai local plants were selected from the Royal Project Foundation, local Chiang Mai market and Yasothon Province.

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Table 1 Ten plant extracts selected

No.	Scientific name	Local name	Part used
1	*Camellia sinensis* (L.) Kuntze *var. assamica* (J.Masters) Kitam.	Miang pa	Leaves
2	*Caraya sphaerica* Roxb.	Kradon	Leaves
3	*Casternopsis inermid* (Lind. Ex Wall) Benth. & Hook f	Ko khao	Leaves
4	*Cratoxylum formosum* (JACK) Dyer spp.	Tio khao	Leaves
5	*Eleutherococus trifoliatum* (L.) S.Y. Hu	Phak paem	Stem and Leaves
6	*Ficus auriculata* Lour	Duea wa	Leaves
7	*Glochidion sphaerogymum*(MULL.Arg) Kurz	Man Pla	Leaves
8	*Persicaria odorata* (Lour.) Soja'k	Phak phai	Stem and Leaves
9	*Schima wallichii* (D.C.) Korth	Talo	Leaves
10	*Vaccinium sprengelii*	Som Pi	Leaves

Preparation of Plant Extracts

Plants were dried at 50°C using a tray dryer for 20-30 hrs to obtain the moisture content below 10%. Subsequently, each dried sample was blended with 80% ethanol (50°C) at the ratio of 1:5 (w/v) and shaken for 8 hrs at room temperature. The residue was re-extracted with the ratio of 1:3. The extracts were combined, filtered, concentrated by rotary evaporator at 40°C and kept at –20°C. The final concentration of each extract was obtained to 400 mg/ml by diluting with 80% ethanol.

Assessment of antioxidant activity in oil-in-water emulsion

Oil in water emulsion system (30% oil) consisted of soybean oil and buffer system. The buffer system was Tween 80 (1%), lecithin (0.3%), xanthan gum (0.5%) and sodium azide (1 mM) in phosphate buffer (0.1 M, pH=5.4).

Oil in water emulsion was prepared. Firstly, 2.5 g of xanthan gum was mixed in the buffer (341 ml) and stirred for 2 hrs. Secondly, each plant extract was added into 150 g of oil to obtain the final concentration of 200 and 500 ppm. The solvent was then evaporated by warming at 40°C for 30 min. Thirdly, 5 g of tween 80 and 1.5 g of lecithin were mixed. Lastly, all three mixtures were mixed and homogenized at 11000 rpm for 15 min. For control and the sample added TBHQ (100 ppm), same preparation was done by using pure solvent and TBHQ solution instead of plant extracts.

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

The emulsions were packed into glass bottle and stored at 35°C for 35 days. The samples were randomly taken and divided into 2 parts. First, samples were evaluated the thiobarbituric acid substances (TBARS) (Mcdonal and Hutin 1987). Secondly, the samples were kept at -20°C overnight and then thawed at room temperature and centrifuged at 9000 rpm for 15 min. After that, the upper layer or oil fraction was separated for further chemical analyses; peroxide value (AOCS Cd 8-53), anisidine value (AOCS Cd 8-53) and induction time by Rancimat determination (testing condition: 120°C and air flow of 20L/h) (Velasco and other 2009)

Statistical analysis

All analysis was done in duplicate.. An analysis of variance (ANOVA) was used to analyze the data and different plant extracts and concentrations were compared at a significance level of 95%.

Results and Discussion

Determination of oxidative stability

Changes during storage in the peroxide values of o/w emulsion added plant extracts at 200 ppm were investigated (Figure 1). Each plant extract showed different anti-oxidative activities. The rates of PV formation in emulsion added plant extracts were divided into 2 groups. First, the PV values of three plant extracts; Phak phai, Phak paem and Talo, sharply increased during storage indicating their pro-oxidant properties which speeds the oxidation process (Azam and others 2004) Another group showed the rates of PV formation closed to control and TBHQ. However, the rates of PV formation in the second group were indifferent during the first 14 days of storage ($p \geq 0.05$). When compared with the control and the sample added TBHQ, the lower rates of PV formation in Man Pla, Kra don and Som Pi were determined but the higher rate of those in Ko khao and Duea wa was observed ($p<0.05$). For emulsion added 500 ppm plant extracts, the results indicated that the inhibition of formation of hydroperoxides was improved by increasing the concentration of each extracts (data not shown). Most extracts exhibited better preventive effect toward oxidation except Phak phai and Phak paem ($p<0.05$). Similar result was noted in 6 plant extracts at high concentration extracts resulting in enhancement of their potential anti-rancidity in sunflower oil emulsion by Abdalla and Roozen (1998).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

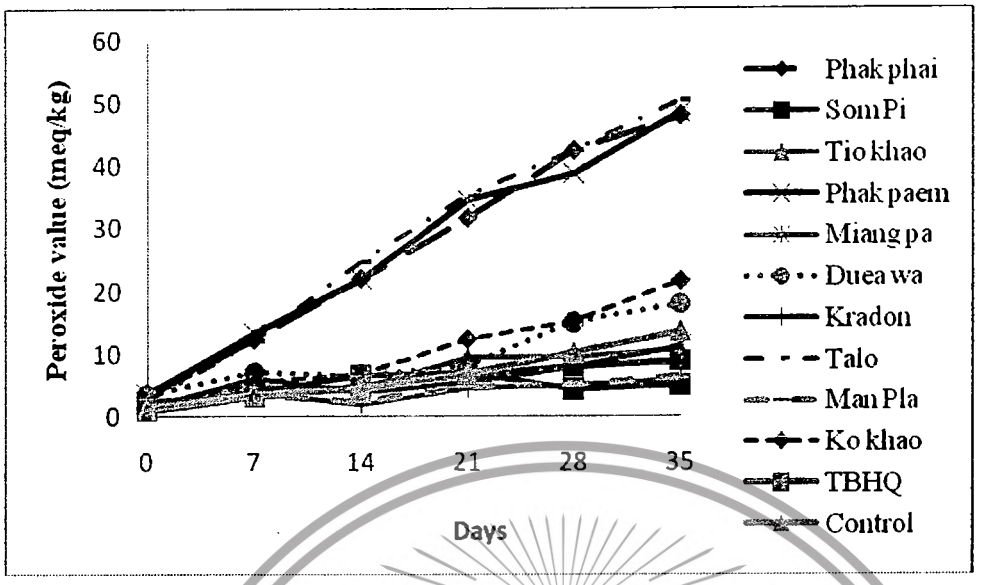


Figure 1 Peroxide values of O/W emulsion added plant extracts at 200 ppm during storage

TBARS is a method for determining the secondary oxidation compounds production. The plant extracts influenced on TBARS values during storage (Figure 2). Similar result to PV, plants were divided into 2 groups. First, TBARS of the emulsions containing three plant extracts; Phak phai, Phak paem and Talo, rapidly increased in TBARS value until the end of storage. Whereas, the other seven plant extracts were indifferent value in the first week of storage ($p \geq 0.05$). After that, only Duea wa and Ko khao extracts slightly increased value close to control while other five extracts remained constant. In addition, Man Pla, Kradon and Tio khao showed lower TBARS values compared with control at the end of storage ($p < 0.05$). Ramful and others (2011), reported that plant extracts at high levels of total phenolic, and a comparable amount of total flavonoids and proanthocyanidins inhibited lipid oxidation in 30% soy bean oil emulsion. Tio khao containing chlorogenic acid showed an effectiveness for inhibiting lipid oxidation in soy bean oil emulsion (Maisuthisakul 2006). Phomkivon (2009) also reported that Man Pla, Tio khao and Kradon extracts showed high DPPH radical scavenging. The same results were observed when the concentration of extracts in emulsion was 500 ppm (data not shown). Moreover, emulsion with 500 ppm extracts had lower TBARS values than that with 200 ppm extracts indicating the more plant concentration the more antioxidative effect.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

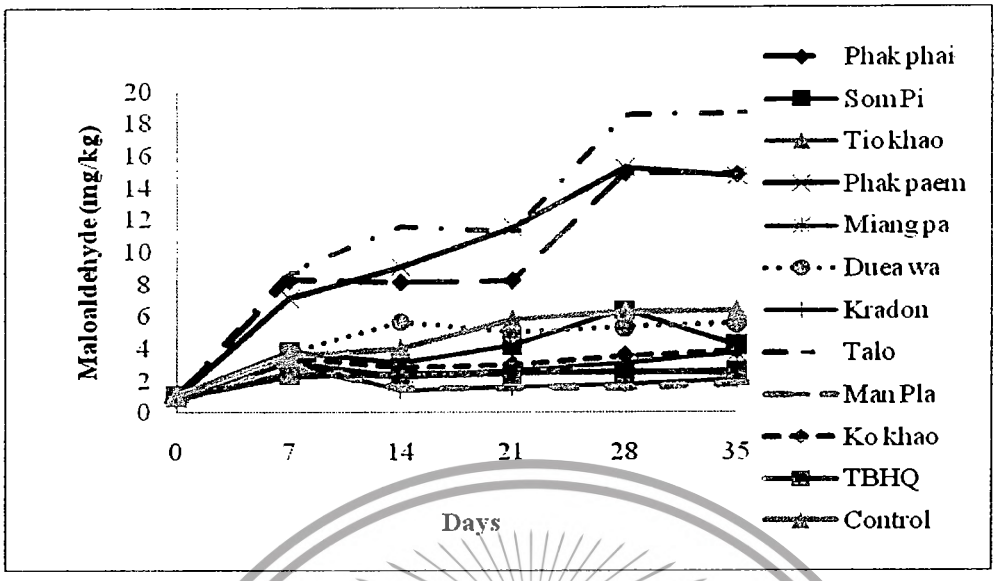


Figure 2 TBARS values of O/W emulsion added plant extracts at 200 ppm during storage

The aldehydes, secondary oxidation products, are measured using the *p*-AV method. The results are presented in Figure 3. It was found that *p*-AV of all samples were gradually increasing during storage. Four plants; Man Pla, Miang pa, Kradon and Tio khao showed significantly lower *p*-AV values compared to control ($p<0.05$). The results indicated that those plant extracts had high potential anti-rancidity. However, the rates of *p*-AV formation were lower compared to those of PV and TBARS formation. A same result was observed when plant extracts increased to 500 ppm in emulsion (data not shown). However, when comparing in the same plant extract, the *p*-AV value of emulsion added 500 ppm extracts showed lower value compared with that added 200 ppm. The results also confirmed the potential of plant extracts for retarding lipid oxidation in emulsion.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

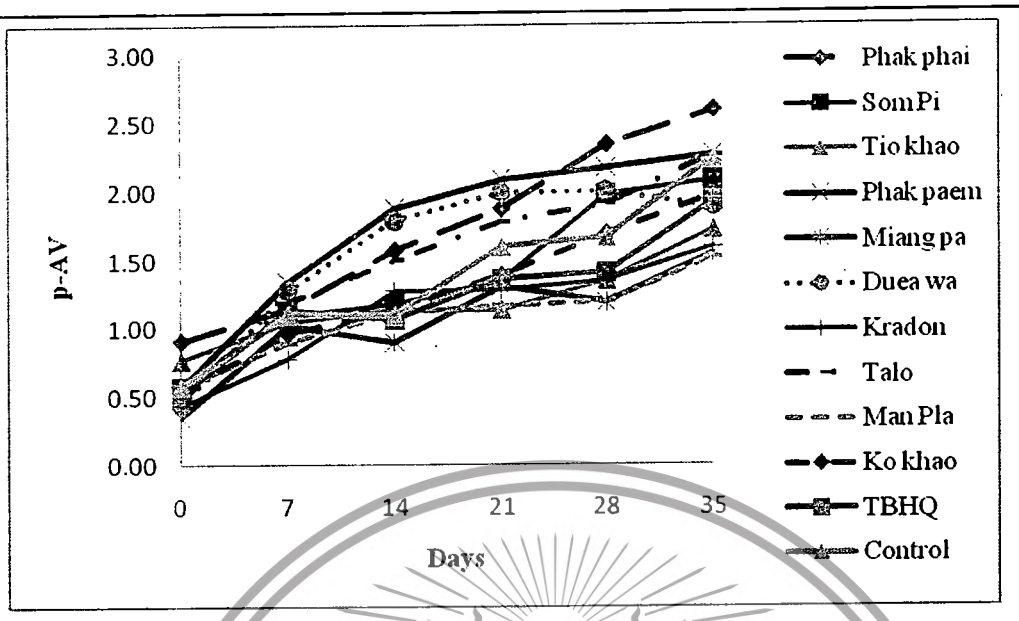


Figure 3 Anisidine value (p-AV) of O/W emulsion added plant extracts at 200 ppm during storage

Oxidation stability was measured by Rancimat presenting in induction time (h). At concentration of 200 ppm, each extract showed different oxidation stability at the end of storage varying from 2.23 – 2.98 h while TBHQ and control were equal to 3.14 and 2.84 h, respectively (Figure 4). The induction time of Phak phai, Phak paem and Talo had lower value than that of control ($p<0.05$) indicating their less effective oxidation stability. Moreover, the induction times of Kradon and Man Pla were not significant difference compared to control and TBHQ ($p\geq0.05$). At 500 ppm of the extracts in emulsion, most extracts; Tio khao, Kradon, Som Pi, Talo and Miang pa had higher induction time than those of 200 ppm of each extracts. However, only Man Pla extract had higher induction time than TBHQ ($p<0.05$).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

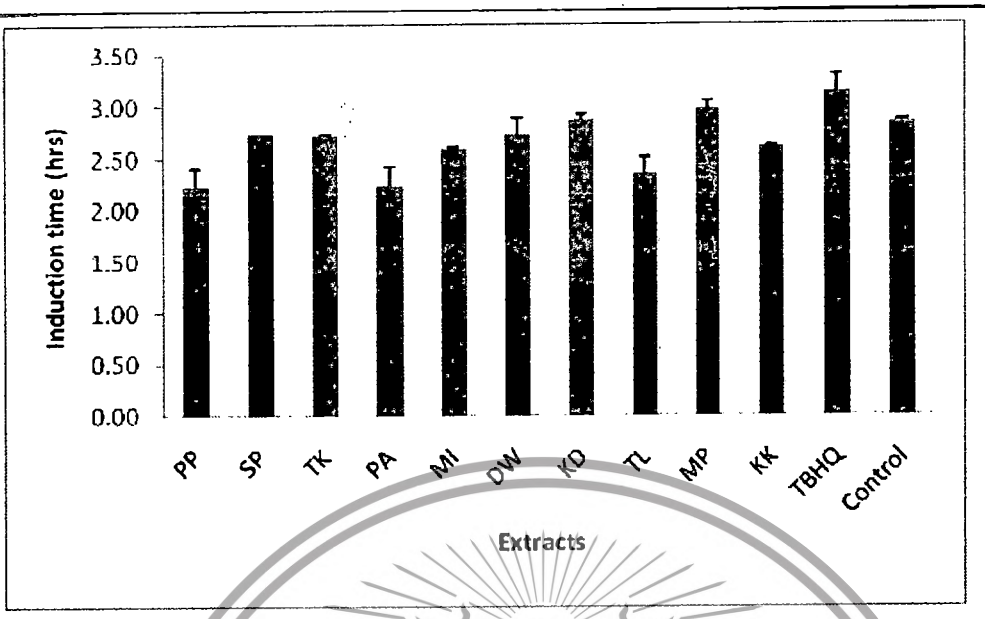


Fig 4 Rancimat induction time of O/W emulsion added plant extracts at 200 ppm at 35 days of storage.

In conclusion, the ability of plant extracts in retarding lipid oxidation in o/w emulsion depends not only on types of plants but also their concentration. Increasing concentration could enhance preventive effect toward oxidation. In our study, Man Pla extract showed the highest potential anti-rancidity, therefore further experiment will be done on the effect of pH and temperature on its stability.

Acknowledgements

Financial grant for this study by Faculty of Agro-Industry, KMITL and technical support from the Royal project foundation were gratefully acknowledged.

References

Abdalla AE, Roozen JP. 1999. Effect of plant extracts on the oxidative stability of sunflower oil and emulsion. J Food Chem 64:323-329.

AOCS. 1997a. Official methods and recommended practices of the AOCS. 4thed. American Oil Chemists' Society. Champaign: American Oil Chemists' Society. Method cd 8-53: Peroxide value (acetic acid-chloroform method)

AOCS. 1997c. Official methods and recommended practices of the AOCS. 4thed. American Oil Chemists' Society. Champaign: American Oil Chemists' Society. Method cd 18-90 : *p*-Anisidine value.

Azam S, Hadi N, Khan NU, Hadi SM. 2004. Prooxidant property of green tea polyphenols

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

epicatechin and epigallocatechin-3-gallate: implications for anticancer property. J Toxicol In Vitro. 18:555-561.

Frankel E. 1998. Free radical oxidation. In: Lipid Oxidation. Dundee Scotland. The Oil Press. p13-22.

Naczk M, Shahidi F. 2006. Phenolics in cereals fruits and vegetables, occurrence, extraction and analysis. J Pharma Biol. 41:1523-1542.

Maisuthisakul P. 2006. Antioxidant properties of Teaw (Cratoxylum fomosum Dyer) extract in soybean oil and emulsions. J Agric. Food Chem. 7: 2719-2725.

Mattia CDD, Sacchetti G, Mastrocola D, Pittia P. 2009. Effect of phenolic antioxidants on the dispersion state and chemical stability of olive oil o/w emulsions. Food Res Int. 42:1163-1170.

McClements DJ, Decker EA. 2000. Lipid oxidation in oil-in-water emulsions: Impact of molecular environment on chemical reactions in heterogeneous food system. J Food Sci. 65:1270-1282.

Mcdonal RE, Hutin HO. 1987. Some characteristic of the enzymic lipid peroxidation system in the microsomal fraction of flounder skeletal muscle. J Food Sci. 52:15-21.

Phomkivon N. 2009. Antioxidant Capacities and Active Constituents of Som Wild Plant Extracts. 158 p. Available from: Faculty of Agro-Industry King Mongkut;s Institute of Technology Ladkrabang.

Poyato C, Navarro-Blasco, Calvo MI, Cavero RY. 2013. Oxidative stability of o/w and w/o/w emulsion: Effect of lipid composition and antioxidant polarity. Food Res Int. 51:132-140.

Ramful D, Aumjaud B, Neergheen VS, Soobrattee MA, Googoolye K, Aruoma OI, Bahorun T. 2011. Polyphenolic content and antioxidant activity of Eugenia pollicina leaf extract in vitro and model emulsion systems. Food Res Int. 44:1990-1996.

Reische DW, Lilliard DA, Eitenmiller RR. 1998. Antioxidant. In Akoh CC, Min DB, editors. Food Lipids: Chemistry, Nutrition and Biotechnology. New York: Marcel Dekker. p 423-448.

Velasco J, Dobarganes, C, Holgado F, Mrquez-Ruiz G. 2009. A follow-up oxidation study in dried microencapsulated oils under the accelerated conditions of the Rancimat test. Food Res Int. 42: 56-62.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Screening for antioxidant activity in edible Thai local plants

Pornhathai Putthawan[1]and Varipat Areekul[1]

[1]Faculty of Agro-Industry, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang ,10520, Thailand
E-mail addresses: Jiffy_13@hotmail.com, kavaripa@kmitl.ac.th

Abstract

Introduction and Objective: Plants have obtained much attention to be sources of bioactive substances comprised of phenolic , flavonoid, carotenoid and others. Mostly plants exhibit wide beneficial health benefits including antioxidant, anti-mutagens, anti-carcinogens, skin protection against UV-mediate oxidative damage and also anti-propagation of lipid oxidative chain reaction.

Thai local plants have traditionally been consumed as vegetables and some have been used as medicine. However, their scientific information is limited. Therefore, the aim of this study was designed for evaluating antioxidant activity of edible Thai local plants in order to determine the potential plants as an alternative sources of antioxidants.

Methods: The twenty-five edible Thai local plants were collected from Chiang Mai province. Plants were dried at 50 °C. After that each dried sample was blended and twice extracted with 80% ethanol 50 °C at the ratio of 1:5 and 1:3 (w/v) respectively and shaken for 8 hrs. The extracts were filtered, evaporated at 40 °C and kept in the freezer at –20°C. The extracts, then were diluted to obtain the final concentration of 100µg/ ml and subsequently, evaluated their total phenolic content (TPC), DPPH scavenging assay (DPPH) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) The TPC data reported as micrograms of gallic acid equivalence (GAE)/ml while DPPH and FRAP expressed as microgram of trolox equivalence (TE) /ml.

Results: There are statistically significant difference among tested samples ($p<0.05$). The results showed that, their total phenolic contents (TPC) ranged from 23.97 – 1,448 µg GAE/ml with the highest amount in *Glochidion sphaerogymum* extract. In addition, FRAP ranged from 45.50 – 467.2 µg TE/ml while DPPH varied from 0.930-124.8 µg TE/ml. The extract of *Castanopsis inermis* exhibited the highest value in both antioxidant activity assays.

Conclusion : This preliminary study indicated that there are difference in TPC and antioxidant activity. Two plants; *G. sphaerogymum* and *C. inermis* extracts might be considered as a high potential sources of TPC and antioxidant activity, respectively. The further work is needed for studying their stability and identification.

Keywords: *Edible Thai Local Plants, Antioxidant activity, Total phenolic content*

1. Introduction

Plants have obtained much attention to be sources of bioactive substances containing phenolics, flavonoid, coumarins, stilbenes, hydrolysable and condensed tannins, lignins and lignans [1]. Mostly plants exhibit wide beneficial health benefits including antioxidant, anti-mutagens, anti-carcinogens, skin protection against UV-mediate oxidative damage and also anti-propagation of lipid oxidative chain reaction [2]. Antioxidants play an important role in defending the body against free radicals damage. Antioxidants refer to a group of compounds especially, phenolic compounds are well known to exhibit antioxidant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

activity through a variety of mechanisms that are able to delay or inhibit the oxidation of lipids or other biomolecules and thus, prevent or repair the damage of the body cells that is caused by oxygen [3]; [4].

Thai local plants have traditionally been consumed as vegetables and some have been used as medicine. Dewanjee *et al.*,[5]. reported that *Schima wallichill* have the potential anthelmintic activity , *Glochidion sphaerogymum* extract established for against selected leukemia cell lines [6]. However, their scientific information is limited. Some reports showed that possible correlations between floral origin and phenolic content. The composition of active components in plant depends on various factors, such as plant source, climatic and geographical conditions. Therefore, the aim of this study was designed for the evaluation of antioxidant activity edible Thai local plants from Chiang Mai province in order to determine the potential plants as an alternative sources of antioxidants.

2. Objective

The aim of this study was designed for the evaluation of antioxidant to determine the potential plants as an alternative sources of antioxidants.

3.Methods

3.1 Plant materialsm

The twenty-five edible Thai local plants were collected from Angkhang Agricultural Station and local Chiang Mai market.

3.2 Chemical

All chemicals used were of at least analytical grade. 2,2′-Azinobis (3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS), 2,2-diphenyl-1-picryhydrazyl radical (DPPH), 2, 4,6-tripyridyl-*s*-triazine (TPTZ), ascorbic acid and 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxylic acid (Trolox) were obtained from Sigma Chemicals Co. (St. Louis, MO, USA). Folin–Ciocalteu reagent and sodium carbonate were purchased from Carlo Erba Reagenti SpA (Rodano, Italy). Iron (III)chloride hydrate was obtained from Fisher Scientific (Leicestershire, UK) and gallic acid was purchased from Fluka Chemical (Buchs, Switzerland)

3.3 Extraction

Plants were dried at 50 °C by tray dryer for about 20-30 hrs depending on type of plants. After that, each dried sample was blended with 80% ethanol (50 °C) at the ratio 1:5 and shaken for 8 hrs at room temperature and repeated extraction method were done with 1:3 (w/v). The extracts were filtered, concentrated by rotary evaporator at 40 °C and kept in the freezer at –20°C. All extracts were diluted to obtain the final concentration of 100µg/ ml.

3.4 Determination of total phenolic content (TPC)

TPC was determined using Folin-Ciocalteu method with some modification. Briefly [7], each extracts (250 µl) take in 96 well plates. Afterwards, 12.5 µl Folin–Ciocalteu reagent and 50 µl of 10% sodium carbonate were added. The extracts were then placed in the dark for 10 min and measured by microplate reader at 695 nm. The results were shown as milligrams of gallic acid equivalence (GAE)/ml of extracts.

3.5 Ferric-reducing antioxidant power assay (FRAP)

The procedure described by Benzie and Strain (1996) was used with minor modification [8]. Briefly, the extracts (10 µl) were mixed with 300 ml of FRAP solution in 96 well plates , then kept for 8 min and measured by microplate reader at 595 nm. The results were expressed as milligrams Trolox equivalence /ml of extracts.

3.6 DPPH free radical-scavenging assay

The method of Brand-Williams *et al.*, [9] was adopted for evaluating the free radical scavenging with little modification. Briefly, 70µl of each extract was mixed with 210 ml of 0.2 mM DPPH in 96 well plates and then placed in the dark for 30 min. The absorbance measured 520 nm using microplate reader. The different of DPPH radical scavenging activity of each plant extracts was calculated from

Δ DPPH = A_0- A_s

A_0; is the initial absorbance of DPPH

A_s; is the absorbance of the DPPH solution containing plant extracts

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

The result reported as milligrams Trolox equivalence/ ml of extracts.

3.7 Statistical analysis

All results were obtained in triplicate and data were expressed as mean ± standard deviation. Analysis of variance was performed by ANOVA test. Significant differences between means were determined by Duncan multiple range test (DMRT) comparison test at a level of $P < 0.05$ were established by SPSS software program. Correlations were obtained byPearson's correlation coefficient (r) in bivariate linear correlations. Principle component analysis (PCA) was used to classify the sample by R program version 2.15.1 (2012-06-22).

4. Results and Discussion

4.1 Total phenolic content

Total phenolic content contains various compound groups; alkaloids, flavone, saponin, triterpenes/steroids. Each of extract has different compounds result in effective of them. As shown in Table 1, there were significant differences ($p < 0.05$) among the types of extracts. They ranged from 23.97 to 1448 µg GAE/ml. The *G. sphaerogymum* extract gave the highest TPC content followed by *C. inermis, C. sinensis , C. cochinense and S .wallichill* extract respectively. Some reports showed *C. sinensis* and *S. wallichil* had high TPC and *S. wallichil* extract corresponding, saponin and steroid.[10]; [11];.*C. cochinense* extract had high TPC and contained mostly mangiferin. [12].

4.2 Antioxidant Activity

Antioxidant activities were exhibited by FRAP and DPPH. The results showed that the extracts had a wide ranging ferric reducing antioxidant power (FRAP) of 24.78–467.2 µg TE/ml. The FRAP assay for different types increased in the order: *C.inermis* < *G. sphaerogymum* < *C.sinensisand* < *S. wallichill* < *E. trifoliatum* < *C. cochinense* extracts. DPPH assay used for determination of free radical scavenging activity ranging of 1.540–124.8 µg TE/ml.) The results showed similar trend FRAP assay. Kshirsagar and Upadhyay[13] reported that *S. wallichill* had the most content of DPPH activity and also *E. trifoliatum* founded that, there was high antioxidant activities (Park *et al.*,) [14]. Molstly, extracts were higher DPPH when FRAP increased. Incontrast, some extracts exhibited high FRAP but low DPPH such as *B.asiatica*, *E. trifoliatum, t. clliata* and *V. sprengelii.*

4.3 Correlation of TPC with antioxidant activities

In this study, there were moderately strong correlation coefficients (r) between studied parameter TPC, FRAP and DPPH in the twenty-five edible Thai local plants (Table2). The correlation between the free radical scavenging activity and total phenolic content was the most statistically significant; the correlation coefficient was equal to 0.93 followed by TPC and FRAP (r=0.82). The relation between two methods for determination of antioxidant activity, FRAP and DPPH, was also significant, with a correlation coefficient equal to 0.76. The results indicated that phenolics are one of the main components responsible for the antioxidant activities of extracts which can be seen high amount of TPC tend to increase FRAP and DPPH content.

4.4 Principle component analysis (PCA)

Based on principle component analysis (PCA) was applied to reveal pattern in the data. Fig.2 presents the bidimentional score of sample studied. PC1 and PC2 explained 88.7% and 0.5% of the total variance. This data divided into 5 main groups which were separated by TPC, FRAP and DPPH. Especially, *C. inermis* , *G. sphaerogymum* and *S.wallichill* showed high score of plot. The data indicate that different of plant extracts regarding antioxidants and total phenolic content.

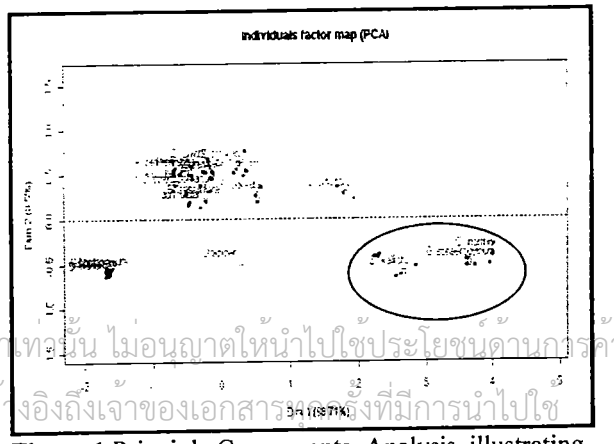


Figure 1 Principle Components Analysis illustrating separation of groups (TPC,FRAP and DPPH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Table 1 Antioxidant activities and total phenolic content of twenty-five edible Thai local plant

Botanical and Local name	Part used	TPC (μg GAE/ml)	FRAP (μg Trolox/ml)	DPPH (μgTrolox/ml)
a oleraceae (L.) R.K. Jansen	Leaves	36.07^{a}±1.99	225.97^{a}±13.77	14.5^{a}±0.49
tra sp.	Stem and leaves	103.92^{c}±2.88	232.81^{cde}±4.09	4.82^{bcd}±0.27
alba L.*alba*	Flowers	54.67^{b}±2.09	53.45^{a}±5.38	1.89^{ab}±0.11
ia nervosa (Wall.ex Benth.) Baker	Leaves	39.05^{a}±5.29	45.5^{a}±3.00	1.54^{a}±0.32
ja asiatica Lour	Stem and leaves	255.36^{h}±6.91	257.57^{fgh}±16.31	12.08^{fg}±0.19
lia sinensis (L.) Kuntze *var. assamica* ters) Kitam.	Leaves	729.55^{m}±8.26	378.49^{m}±5.62	60.40^{h}±6.62
opsis inermis (Lind. Ex Wall) Benth. & Hook.f	Leaves	1232.4^{q}±22.08	467.20^{o}±13.80	124.81^{l}±0.35
endrum colebrookianum Walp	Leaves	191.66^{f}±3.98	51.76^{bcd}±4.96	11.18^{f}±0.27
ylum cochinense Bl.	Leaves	584.88^{l}±9.71	286^{ij}±5.40	11.30^{f}±0.63
a australis	Stem and leaves	157.86^{e}±3.46	242.77^{def}±13.21	5.07^{cd}±0.05
ium esculentum (Retz.) SW	Stem and leaves	127.30^{d}±0.74	220.94^{bc}±12.26	1.36^{de}±0.1
erococus trifoliatum (L.) S.Y. Hu	Stem and leaves	478.62^{k}±12.42	293.41^{j}±19.42	12.11^{fg}±0.79
ia sessiliflora	Leaves	409.00^{j}±4.79	220.79^{bc}±14.46	9.43^{ef}±0.25
auriculata Lour	Leaves	210.27^{g}±7.88	208.86^{b}±3.20	7.25^{g}±1.04
idion sphaerogymum (MULL.Arg) Kurz *rogymum*	Leaves	1448.3^{n}±17.39	414.53^{n}±6.15	100.91^{k}±3.32
ema inodorum (Lour.) Decne	Leaves	54.08^{b}±2.29	52.73^{a}±0.43	1.95^{ab}±0.11
temma pentaphyllum (Thunb.ex Murray) Makio	Stem	31.02^{a}±1.84	54.17^{a}±2.13	2.18^{abc}±0.21
a adhatoda L.	Leaves	63.06^{b}±3.74	49.07^{a}±4.35	0.93^{a}±0.13
melum minutum Wight&Arn	Leaves	169.32^{e}±5.28	24.78^{efg}±6.96	9.39^{ef}±0.76
aria odorata (Lour.) Soja'k *odorata*	Leaves	791.11^{p}±9.5	264.60^{gh}±11.24	11.13^{f}±1.02
a wallichill (D.C) Korth.*wallichill*	Leaves	1103.5^{o}±12.04	345.03^{l}±18.24	89.69^{j}±3.19
Ciliata M.Roem (Cedrela Toona Roxb.)	Leaves	251.19^{h}±6.17	270.08^{hi}±11.22	9.87^{ef}±0.32
own I	Leaves	1138^{p}±14	325.69^{k}±3.88	68.54^{i}±1.09
own II	Leaves	23.97^{a}±1.07	52.55^{a}±3.38	11.61^{a}±1.68
nium sprengelii	Leaves	327.25^{i}±7.43	261.76^{gh}±5.00	11.26^{f}±0.53

Table 2 Correlation coefficient (*r*) between studied parameters (TPC, DPPH and FRAP) of the twenty-five edible Thai local plant extracts ($P < 0.01$)

	TPC	DPPH	FRAP
FRAP	0.82	0.76	-
DPPH	0.93	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

5. Conclusion

The data have demonstrated the wide range of total phenolic content and antioxidant activities among different species commonly found in Chiang Mai province. There were a strong correlation coefficient between TPC and DPPH (r=0.93) and also TPC and FRAP (r=0.82). This study indicated that polyphenols from edible plant extracts were responsible for the antioxidant activities. Two plants; *G.sphaerogymum* and *C. inermis* extract had the highest TPC and antioxidant activities might be considered as a high potential sources of natural antioxidant. The further work is needed for studying their stability and identificatation compounds.

6. References

(1) Naczk M, and Shahidi F. Phenolics in cereals, fruits and vegetables, occurrence, extraction and analysis. Journal Pharmaceutical and Biological. 2006;41:1523-1542.

(2) Bomina F, Lanza M, Montenegro L, Puglisi C, Tomaino A, Trombetta D, et al. International Journal of Pharmtech Research. 1996;145:87-94.

(3) Shahidi F, and Naczk M. Phenolic in food and nutraceuticals. Boca Roton,FL: CRC Press (2004).

(4) Tachakittirungrod S, Okonogi S, Chowwanapoonpohn S. Study on antioxidant activity of certain plants in Thailand. Food Chemistry. 2007;2:381-388.

(5) Dewanjee S, Maiti A, Kundu M, and Mandal SC. Evaluation of anthelmintic activity of crude extracts of diospyros peregrine, coccinia grandis and schima wallichii. Journal of Pharmaceutical Science. 2007;6:121-123.

(6) Gordon MC, David JN, and Stringner SY. Natural product extracts of plant and marine Origin having antileukemia potential. The NCI Experience. Journal of Natural Product. 2006;69:488-498.

(7) Singleton VL, Orthofer R, and Lamuela- Raventos RM. Analysis of total phenol and oxidation substrates and antioxidants by mean of Folin-Ciocalteu Reagent. Methods Enzymology.1999 ;299:152-177.

(8) Benzie IFF and Strain JJ. Ferric reducing/antioxidant power assay: direct measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. Methods Enzymology. 1999;299:15-27.

(9) Bran-willium W, Cuvelier ME, and Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel -Wissens chaft and Technology. 1995 ;28:25-30.

(10) Chandra S, and Mejia EGD. Polyphenolic compounds, Antioxidant apacity, and quinone reductase activity of an queous xtract of ardisia compressa Green (Camellia sinensis) Teas. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2004;52:3583-3589.

(11) Rahmani MB, Kiew R, Nordin HJ Lajis, Othman R, and Toia RF. A Contribution to the phytochemical survey of Peninsular Malaysia. Pertanika. 1985;5:347-357.

(12) Tang S.Y, Whiteman M, Peng ZF, Jenner A, Yong EL, and Halliwell B, Characterization of Antioxidant and Antiglycation properties and isolation of active ingredients from Traditional Chinese medicines. Free Radical Biology and Medicine. 2004;12:1575-1587.

(13) Kshirsagar R, and Upadhyay S. Free radical scavenging activity screening of medical plants from Tripura, Northeast India. Natural Product Radiance. 2009 ;8:117-122.

(14) Park HR, Park E, Rim E, Jeon KL, Hwang JH and Lee SC. Antioxidant activity of extracts from Acanthopanax senticosus. Journal of Biotechnology. 2006:5:2388-2396.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ประวัตินักวิจัย

หัวหน้าโครงการ

1.ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาววริพัสย์ อารีกุล

(ภาษาอังกฤษ) Miss Varipat Areekul

2. **เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน** 3 1005 02255 38 6

3. **หน่วยงาน** คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุงเขตลาดกระบังกรุงเทพ 10520

โทรศัพท์ 0 2329 8526 **โทรสาร** 0 2329 8527

E-mail: kavaripa@kmitl.ac.th

5. **ประวัติการศึกษา**

ปริญญาตรี สาขาวิชา จุลชีววิทยา สถาบัน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริญญาโท สาขาวิชา เทคโนโลยีชีวภาพ สถาบัน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารสถาบัน The University of Georgia, USA

ปริญญาเอก สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การอาหาร สถาบัน The University of Georgia, USA

6. **ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ**

6.1 **หัวหน้าโครงการวิจัย:**

- โครงการคุณค่าทางโภชนเภสัชของชาจากพืชป่าในโครงการหลวง
- การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากน้ำผึ้งในประเทศไทย
- ฤทธิ์ในการต่อต้านจุลินทรีย์จากพืชป่าอาหารบางชนิดของชาวเขาทางภาคเหนือของประเทศไทย
- โครงการผลิตสื่อวีดีทัศน์พระราชบัญญัติอาหาร (ฉบับแก้ไขใหม่)
- ปริมาณแอนโธไซยานินส์และความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของข้าวพันธุ์ต่างๆ
- ความสามารถในการกันหืนของพืชท้องถิ่นที่บริโภคได้และการประยุกต์ใช้ ในน้ำมันพืชชนิดต่างๆ
- ผลของสารสกัดพืชต่อการต้านการหืนในอิมัลชัน
- โครงการพัฒนากระบวนการผลิตและตรวจสอบเกลือไอโอดีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ผู้ร่วมโครงการ

1.**ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย)** นางสาวพรหทัย พุทธวัน

(ภาษาอังกฤษ) Miss Pornhathai Putthawan

2. **เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน** 3 3504 00506 90 6

3. **หน่วยงาน** คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุงเขตลาดกระบังกรุงเทพ 10520

โทรศัพท์ 08-92275744 **โทรสาร** 0 2329 8527

E-mail: Jiffy_13@hotmail.com

5. **ประวัติการศึกษา**

ปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาการ **สถาบัน** มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ปริญญาโท สาขาวิชา เทคโนโลยีการอาหาร สถาบันมหาวิทยาลัยขอนแก่น

6. **ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ**

ไม่มี

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.