16672

การศึกษาผลของเวลาในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying ที่มีต่อคุณภาพของน้ำมัน

(A study on effect of time during Deep – Fat Frying to quality of frying oil)

นางสาววรรณพร ซองธูป
นางสาวสุภาวดี อินทร์เขียว

ปพ.
วิ253ก
2542

ตขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96799
วัน.เดือน.ปี.....- 4 JUN 2009

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)
พ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาผลของเวลาในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying ที่มีต่อคุณภาพของน้ำมัน

(A study on effect of time during Deep – Fat Frying to quality of frying oil)

โดย

นางสาววรรณพร ของธูป รหัสประจำตัว 41042079

นางสาวสุภาวดี อินทร์เขียว รหัสประจำตัว 41042086

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

17 / มี.ค. / 43

(ดร. พอใจ ถามากร) อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

(ผศ. ดร. ระติพร หาเรือนกิจ)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 20 เดือน มีค. พ.ศ. 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วรรณพร ซองธูป และสุภาวดี อินทร์เขียว . 2542 – 2543 : การศึกษาผลของเวลาในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying ที่มีผลต่อคุณภาพของน้ำมัน (A study on effect of time during Deep - Fat Frying to quality of frying oil) สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. พอใจ ถามากร , 44 หน้า

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของเวลาในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying โดยการทอดแบบต่อเนื่องให้ความร้อนที่ 190 องศาเซลเซียส ต่อเนื่องติดต่อกันเป็นระยะเวลา 18 ชั่วโมงโดยพักและสุ่มตัวอย่างมาทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำมันทุก ๆ 6 ชั่วโมงและการทอดแบบไม่ต่อเนื่องโดยให้ความร้อน 190 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 18 ชั่วโมง แล้วพักให้น้ำมันเย็นที่อุณหภูมิห้องทุกๆ ชั่วโมง ทำการตรวจสอบคุณภาพของน้ำมันทุก ๆ 6 ชั่วโมง ,12 ชั่วโมง และ 18 ชั่วโมง

จากการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำมันโดยการวัด คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าไอโอดีน (Iodine Value) , Acid Value , Peroxide Value พบว่าน้ำมันที่ทอดแบบไม่ต่อเนื่องมีแนวโน้มของค่าไอโอดีนลดลงมากกว่าน้ำมันที่ทอดแบบต่อเนื่อง ส่วน Acid Value และ Peroxide Value พบว่าน้ำมันที่ทอดแบบไม่ต่อเนื่องมีแนวโน้มสูงกว่าการทอดแบบต่อเนื่องเมื่อเปรียบเทียบที่เวลาการทอดเท่ากัน เนื่องจากการทอดแบบไม่ต่อเนื่องมีระยะเวลาในการสัมผัสกับอากาศ ความร้อนและแสงเป็นระยะเวลานานจึงทำให้มีปริมาณกรดไขมันอิสระและสารประกอบ Peroxide สูง น้ำมันจึงเสื่อมเสียได้เร็วกว่าการทอดแบบต่อเนื่อง สำหรับคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ความหนืด สี และแรงตึงผิว พบว่าน้ำมันที่ทอดแบบไม่ต่อเนื่องจะมีความหนืดมากกว่าน้ำมันที่ทอดแบบต่อเนื่อง พบสารหนืดเกาะอยู่บริเวณใต้กะทะทอดและตะแกรงทอด ส่วนการตรวจสอบค่าสีพบว่าเมื่อระยะเวลาในการทอดนานขึ้น สีของน้ำมันจะมีสีเข้มขึ้นจนกลายเป็นสีน้ำตาลดำ ซึ่งสีของน้ำมันจะมีผลทำให้สีของผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การตรวจค่าแรงตึงผิวพบว่าการทอดทั้งแบบต่อเนื่อง ไม่ต่อเนื่อง และระยะเวลาในการทอดที่นานขึ้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าแรงตึงผิว

วรรณพร ซองธูป
สุภาวดี อินทร์เขียว

ลายมือนักศึกษา

(ดร.พอใจ ถามากร)
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

17 มี.ค. 43

วัน / เดือน / ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาจาก ดร. พอใจ ถามากร และ ผศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์ ซึ่งได้ให้คำปรึกษาและแนะนำผู้จัดทำปัญหาพิเศษตลอดมา ผู้จัดทำรู้สึกทราบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่าน และกราบขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้จัดทำขอบกราบขอบพระคุณคณะกรรมการปัญหาพิเศษและคณาจารย์ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำและชี้แนวทางในการทำปัญหาพิเศษ ตลอดจนเพื่อน ๆ ที่คอยเป็นกำลังใจและช่วยเหลือตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์จากปัญหาพิเศษฉบับนี้ขอมอบให้แด่ทุกท่าน

วรรณพร ซองธูป
สุภาวดี อินทร์เขียว
12 มีนาคม 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญรูป	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 วารสารปริทรรศน์	2
2.1 คุณสมบัติของน้ำมันพืชสำหรับบริโภค	2
2.2 การทอด	4
2.3 การเปลี่ยนแปลงของน้ำมันระหว่างการทอด	6
2.4 การเกิดออกซิเดชั่น	9
2.5 ข้อแนะนำสำหรับการใช้น้ำมันทอด	10
2.6 การเสื่อมเสียคุณภาพของน้ำมัน	11
2.7 การตรวจสอบและการควบคุมคุณภาพน้ำมัน	13
บทที่ 3 วัตถุดิบ อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง	15
3.1 วัตถุดิบ	15
3.2 อุปกรณ์	15
3.3 สารเคมี	15
3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	16
3.5 ศึกษาระยะเวลาในการทอดที่มีผลต่อคุณภาพของน้ำมัน	16
3.6 การตรวจสอบคุณภาพของน้ำมัน	17
บทที่ 4 ผลการทดลอง	18
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง	27
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง	30
เอกสารอ้างอิง	31
ภาคผนวก	32
ประวัติผู้เขียน	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 Common Analytical Specification for Deep Frying Fat and Oils	14
4.1 คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของน้ำมันโดยการให้ความร้อนแบบต่อเนื่อง	18
4.2 ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) ของการทอดแบบต่อเนื่องในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying	19
4.3 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำมันโดยการให้ความร้อนแบบไม่ต่อเนื่อง	20
4.4 ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) ของการทอดแบบไม่ต่อเนื่องในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying	21
ง.1 ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าไอโอดีนของน้ำมันที่ทอดแบบต่อเนื่องในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying	36
ง.2 ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนของ Acid Value ของน้ำมันที่ทอดแบบต่อเนื่องในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying	36
ง.3 ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนของ Peroxide Value ของน้ำมันที่ทอดแบบต่อเนื่องในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying	37
ง.4 ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนของความหนืดของน้ำมันที่ทอดแบบต่อเนื่องในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying	37
ง.5 ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าไอโอดีนของน้ำมันที่ทอดแบบไม่ต่อเนื่องในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying	38
ง .6 ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนของ Acid Value ของน้ำมันที่ทอดแบบไม่ต่อเนื่องในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying	38
ง.7 ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนของ Peroxide Value ของน้ำมันที่ทอดแบบไม่ต่อเนื่องในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying	39
ง.8 ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนของความหนืดของน้ำมันที่ทอดแบบไม่ต่อเนื่องในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying	39
ง.9 ผลทางสถิติของน้ำมันที่ทอดแบบต่อเนื่องในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying	40
ง.10 ตารางแสดงผลทางสถิติของน้ำมันที่ทอดแบบไม่ต่อเนื่องในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying	7
2.2 การเกิดสารประกอบต่าง ๆ ในน้ำมันทอด	8
4.1 กราฟแสดงค่าไอโอดีนของการทอดแบบต่อเนื่องและการทอดแบบไม่ต่อเนื่อง	22
4.2 กราฟแสดงปริมาณกรดไขมันอิสระของการทอดแบบต่อเนื่องและการทอดแบบไม่ต่อเนื่อง	23
4.3 กราฟแสดงปริมาณ peroxide value ของการทอดแบบต่อเนื่องและการทอดแบบไม่ต่อเนื่อง	24
4.4 กราฟแสดงค่าความหนืดของน้ำมันที่มีการทอดแบบต่อเนื่องและการทอดแบบไม่ต่อเนื่อง	25
4.5 กราฟแสดงค่าแรงตึงผิวของน้ำมันที่มีการทอดแบบต่อเนื่องและการทอดแบบไม่ต่อเนื่อง	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

น้ำมันเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคนิยมนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร เช่น ใช้ในการทอดหรือใช้ในการผัดและปัญหาที่สำคัญและพบมากในการนำน้ำมันไปประกอบอาหารโดยวิธีการทอด คือ น้ำมันที่ใช้ในการทอดแล้วหลายๆครั้งจะมีระยะเวลาการเก็บได้ไม่นาน ซึ่งการเสื่อมเสียของน้ำมันอาจเกิดจากระยะเวลาที่ใช้ในการทอด อุณหภูมิที่ใช้ในการทอด รวมทั้งชนิดและส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการทอดด้วย ซึ่งจะทำให้น้ำมันเกิดกลิ่นหืนขึ้น ทำให้เราไม่สามารถนำน้ำมันชนิดนั้นมาใช้ในการประกอบอาหารได้อีกเพราะผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ดังนั้นการศึกษาเวลาในการทอดที่มีผลต่อคุณภาพของน้ำมันในการทอดชนิด Deep – Fat Frying ซึ่งทำโดยการให้ความร้อนกับน้ำมันแบบต่อเนื่องเปรียบเทียบกับการให้ความร้อนน้ำมันแบบไม่ต่อเนื่องว่าการให้ความร้อนแบบไหนน้ำมันจะเสื่อมเสียได้เร็วกว่ากัน

วัตถุประสงค์

1.ศึกษาอุณหภูมิที่มีผลต่อคุณภาพของน้ำมันในการทอดชนิด Deep – Fat Frying

2.ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพที่เปลี่ยนไปในระหว่างการเสื่อมเสียโดยการทอดชนิด Deep – Fat Frying

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทรรศน์

ไขมันเป็นสารอาหารจำพวกหนึ่งที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตทั้งหลายโดยเฉพาะในแง่เป็นแหล่งสะสมพลังงาน คำว่าไขมัน ถ้าพิจารณาในทางชีวเคมีจะเรียกว่าไลปิด (Lipid) ซึ่งตามคำจำกัดความระบุว่า ไลปิด หมายถึง สารประกอบอินทรีย์พวกหนึ่งที่ได้มาจากสิ่งมีชีวิต มีคุณสมบัติเฉพาะตัวคือไม่ละลายน้ำแต่สามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น เบนซิน อีเธอร์ และคลอโรฟอร์ม เป็นต้น ไลปิดเป็นสารประกอบประเภทเอสเทอร์ของกรดไขมันเป็นส่วนใหญ่

ในทางอุตสาหกรรม เมื่อพูดถึงไขมัน เรามักหมายถึงน้ำมัน (Oil) ซึ่งส่วนใหญ่มักจะระบุไปถึงน้ำมันจากพืช (Vegetable Oil) ถ้าพิจารณาความแตกต่างระหว่างไขมันและน้ำมันอาจกล่าวได้ว่า เมื่อพูดถึงไขมันเราจะหมายถึง พวกไลปิดที่มีลักษณะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้องหรือเรียกว่า Fat ส่วนคำว่า น้ำมัน จะหมายถึงไลปิดที่มีสภาพเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้องหรือเรียกว่า Oil และส่วนใหญ่มักจะเป็นสารที่ได้จากสัตว์ จึงเรียกว่า Amimal Fat ส่วนไขมันมักจะได้จากพืช จึงเรียกว่า Vegetable Oil

ในชีวิตประจำวันของคนเรา ไขมันจะมีส่วนเกี่ยวข้องมากมาย อาหารที่รับประทานเข้าไปในแต่ละวันจะมีส่วนประกอบของไขมันเข้าไปร่วมด้วยอยู่เสมอไม่ทางตรงก็ทางอ้อม แต่กล่าวได้ว่าในทางธรรมชาติไม่มีแหล่งหรือวัตถุดิบใด ๆ ที่มีแต่ไขมันล้วน ๆ การที่จะได้ไขมันหรือน้ำมันจะต้องทำโดยการสกัดหรือแยกเอาออกมาจากแหล่งที่มีน้ำมันสูง (สมบัติ , 2528)

2.1 คุณสมบัติของน้ำมันพืชสำหรับบริโภค

(กองวิเคราะห์อาหาร, 2530) กล่าวว่า น้ำมันและไขมันที่นำมาปรุงอาหาร จัดเป็นอาหารที่ให้แรงงานและความร้อนแก่ร่างกายได้มากกว่าสารอาหารพวกอื่น ทั้งยังช่วยในการดูดซึมไวตามิน เอ ดี อี เค และในกลุ่มของกรดไขมันชนิดต่าง ๆ นั้น กรดไลโนเลอิค ไลโนเลนิค เป็นกรดไขมันที่มีความจำเป็นต่อการควบคุมการเจริญเติบโต และการทำงานของอวัยวะภายในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายแต่ร่างกายไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้จึงต้องได้รับจากอาหาร ส่วนกรดอะราคิโดนิคนั้นก็จัดว่าเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย แต่สามารถสร้างขึ้นในร่างกายมนุษย์ได้ (สมบัติ, 2528) กล่าวว่า คุณสมบัติของน้ำมันพืช ควรจะต้องมีลักษณะของน้ำมันพืชที่ดี คือ น้ำมันไม่ควรมีกลิ่นเหม็นหืน และสีไม่เกี่ยวกับสีอ่อนหรือสีเข้มเพราะสีธรรมชาติของวัตถุดิบบางชนิดอาจเข้มกว่าได้ ความใสควรจะใสและตะกอนไม่ควรมี ภาชนะที่ใช้ควรสะอาดและไม่ควรใช้มาก่อน และค่าของกรดน้ำมันที่มีกรดน้อยจะแสดงว่าน้ำมันมีคุณภาพดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้น้ำมันพืชให้พลังงานแก่ร่างกายเท่ากันแต่คุณภาพของน้ำมันแต่ละชนิดไม่เท่ากัน คุณภาพของน้ำมันที่กล่าวถึงได้แก่ กรดไลโนเลอิค ซึ่งเป็นกรดไขมันจำเป็นชนิดไม่อิ่มตัว ซึ่งร่างกายไม่สามารถสร้างได้ ดังนั้นจึงพบว่าถ้าเราบริโภคน้ำมันที่มีไลโนเลอิคมากพอจะทำให้สุขภาพแข็งแรงและช่วยในการป้องกันและรักษาโรคไขมันในเส้นเลือดสูงได้

<u>คุณลักษณะที่ต้องการของน้ำมันพืชสำหรับการบริโภค</u>

น้ำมันพืชสำหรับบริโภคนั้นต้องมีคุณลักษณะสำคัญ คือ

1.มีค่าของกรด (Acid Value) คิดเป็นมิลลิกรัมโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมันหรือไขมัน 1 กรัม

1.1ได้ไม่เกิน 4.0 สำหรับน้ำมันและไขมัน หรือไขมันผสมซึ่งทำโดยวิธีธรรมชาติ

1.2ได้ไม่เกิน 0.6 สำหรับน้ำมันและไขมัน หรือไขมันผสมซึ่งทำโดยวิธีผ่านกรรมวิธี

1.3ได้ไม่เกิน 1.0 สำหรับน้ำมันและไขมันซึ่งทำโดยวิธีผ่านกรรมวิธีผสมน้ำมันและไขมันซึ่งทำโดยวิธีผ่านกรรมวิธีผสมกับน้ำมันและไขมันซึ่งทำโดยวิธีธรรมชาติ

2.มีค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Value) คิดเป็นมิลลิกรัมสมดุลย์ต่อน้ำมันหรือไขมัน 1 กิโลกรัมได้ไม่เกิน 1.0

3.มีน้ำและสิ่งที่ระเหยได้ (Water and Volatile Matter) ที่อุณหภูมิ 105°c ได้ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก

4.มีปริมาณสบู่ (Soap Content) ได้ไม่เกินร้อยละ 0.005 ของน้ำหนัก

5.มีสิ่งอื่นที่ไม่ละลาย (Insoluble Impurities) ได้ไม่เกินร้อยละ 0.05 ของน้ำหนัก

6.มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของน้ำมันและไขมันนั้นยกเว้นน้ำมันและไขมันผสม

<u>บทบาทของน้ำมันในการประกอบอาหาร</u>

(อรวินท์, 2519) กล่าวว่า น้ำมันเป็นตัวนำความร้อนที่ทำให้อาหารสุก ช่วยหล่อลื่นมิให้อาหารติดภาชนะที่ใช้ทอด ให้สีและเพิ่มรสชาติแตกต่างกัน ข้อสำคัญที่สุดของน้ำมันที่ใช้ต้องไม่มีกลิ่นหืน ปริมาณน้ำมันที่ถูกดูดซึมเข้าไปในอาหารมีผลต่อรสชาดอาหารตลอดจนการย่อยคุณค่าทางโภชนาการและราคาของอาหาร ถ้าอาหารอมน้ำมันมากจะทำให้เลี่ยนจนไม่น่ากิน

(ศศิเกษม, 2530) กล่าวว่าน้ำมันที่ใช้ในการประกอบอาหารมีความสำคัญหลายอย่าง คือ น้ำมันช่วยเพิ่มรสชาดของอาหารให้ดีขึ้นและเป็นตัวนำความร้อนที่ทำให้อาหารสุก ช่วยหล่อลื่นไม่ให้อาหารติดภาชนะที่ใช้ทอดและช่วยทำให้อาหารมีสีสวยด้วย อาหารที่ทอดด้วยน้ำมันมากส่วนใหญ่จะมีสีน้ำตาล ต้องใช้อุณหภูมิตั้งแต่ 177 - 201°c ในการเลือกนำมันสำหรับทอดจึงต้องคำนึงถึงจุดที่เป็นควันของน้ำมันด้วย เพราะน้ำมันที่ใช้ทอดต้องไม่สลายตัวเป็นควันก่อน

น้ำมันต่างชนิดกันจะทำให้อาหารมีรสชาติต่างกัน ข้อสำคัญที่สุดน้ำมันที่ใช้ต้องไม่มีกลิ่นเหม็นหืน และอาหารจะต้องไม่อมน้ำมันมาก เพราะจะทำให้อาหารเลี่ยนเสียรสชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่ทำให้อาหารอมน้ำมันมากเวลาทอด ได้แก่

1.เวลาและอุณหภูมิไว้ใช้ทอด การทอดที่อุณหภูมิต่ำทำให้ต้องใช้เวลานาน ทำให้อาหารอมน้ำมันมาก ภาชนะที่ใช้ทอดควรเป็นภาชนะโลหะหนักซึ่งนำความร้อนได้ดีและไม่ใส่อาหารลงไปทอดครั้งละมาก ๆ เพราะทำให้อุณหภูมิลดต่ำลง

2.พื้นที่ผิวของอาหารที่สัมผัสน้ำมัน อาหารชิ้นใหญ่อมน้ำมันมากกว่าชิ้นเล็กและอาหารที่มีผิวหน้าขรุขระ หรือมีรูพรุนจะอมน้ำมันมากกว่าอาหารที่มีผิวเรียบ เพราะมีพื้นที่สัมผัสกับน้ำมันมากกว่า

3.ส่วนผสมของอาหาร อาหารที่มีแป้ง ไขมันและน้ำตาลมากจะอมน้ำมันมากขึ้นตามส่วนประกอบ

4.จุดที่เป็นควันของไขมัน อาหารจะอมน้ำมันได้มากขึ้นเมื่อใช้น้ำมันที่มีจุดเป็นควันต่ำ

2.2 การทอด

น้ำมันเป็นตัวนำความร้อนที่ทำให้อาหารสุก ช่วยหล่อลื่นให้อาหารสุก ช่วยหล่อลื่นมิให้อาหารติดภาชนะที่ใช้ทอด ให้สีและเพิ่มรสชาติ การทอดอาจแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การทอดในน้ำมันน้อย และการทอดในน้ำมันมาก(อรวินท์ ,2519) กล่าวว่า คุณสมบัติของไขมันที่สัมพันธ์กับคุณภาพของอาหารคือ จุดสลายไขมันและกลิ่นรสของไขมันที่ติดไปกับอาหาร ในการทอดไม่ต้องการเพียงให้อาหารสุกเท่านั้นแต่ต้องการให้อาหารมีสีสวยด้วย อาหารที่ทอดด้วยน้ำมันมากส่วนใหญ่มีสีน้ำตาลต้องใช้อุณหภูมิตั้งแต่ 177 — 201 องศาเซลเซียส ในการเลือกน้ำมันสำหรับทอดจึงต้องคำนึงถึงจุดที่เป็นควันของน้ำมัน น้ำมันที่ใช้ทอดต้องทนความร้อน ที่อุณหภูมินี้ได้ ไม่สลายตัวเป็นควันก่อน จุดที่เป็นควันของน้ำมันขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมัน เวลาที่เคยใช้ทอดมาก่อน ผิวหน้าของน้ำมันที่ถูกอากาศขณะที่ทอด เศษผงหรือสารอื่น ๆ ที่หลงเข้ามาอยู่ในน้ำมัน จากการทดลองเราจึงใช้น้ำมันปาล์มในการทอดผลิตภัณฑ์ เพราะน้ำมันปาล์มมีคุณสมบัติทนความร้อนได้สูงกว่าน้ำมันอื่น ๆ และมีจุดหลอมเหลวสูง โมเลกุลไม่แตกตัวง่าย จึงใช้ได้นานไม่มีกลิ่นหืน อาหารที่ทอดแล้วจึงไม่มีกลิ่นน้ำมัน ช่วยให้ผลิตภัณฑ์น่ารับประทานยิ่งขึ้น ส่วนน้ำมันพืชชนิดอื่น ๆ ทนความร้อนได้ต่ำกว่า โมเลกุลแตกตัวได้ง่ายกว่าเมื่อได้รับความร้อนสูง น้ำมันจะใช้ได้ไม่นาน และอาหารที่ทอดแล้วจะมีกลิ่นน้ำมัน ทำให้ไม่น่ารับประทาน จึงไม่เป็นที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารประเภททอดส่วนใหญ่

สำหรับการใช้น้ำมันปาล์มทอดหรือผัดอาหารในครัวเรือนนั้นคุณสมบัติที่ไร้กลิ่นของน้ำมันปาล์ม จะช่วยให้อาหารหอมอร่อยตามธรรมชาติปราศจากกลิ่นน้ำมัน นอกจากนี้การที่โมเลกุลของน้ำมันปาล์มไม่แตกตัวง่าย ยังช่วยให้บริเวณครัวที่ใช้น้ำมันปาล์มในการทอดหรือผัดอาหารนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่มีละอองน้ำมัน ไม่เหนียว ไม่สกปรกง่าย สำหรับอาหารที่ต้องการทอดให้กรอบ น้ำมันปาล์มเหมาะสมที่สุด ในเรื่องรสชาดพบว่าการปรุงอาหารด้วยน้ำมันปาล์มไม่ว่าจะเป็นการทอดในน้ำมันมาก ๆ (Deep Fried) น้ำมันปาล์มจะให้สี กลิ่น รสที่ดี โดยเฉพาะเวลาทอดอาหารในน้ำมันปาล์มจะไม่กระเด็นมาก และการทอดในลักษณะที่ใช้น้ำมันมากความร้อนสูง (deep frying) การทอดอาหารที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน ๆ ขณะที่ในอาหารมีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยจะทำให้มีกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น น้ำมันประเภทที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงง่ายเกินไปจะทำให้เกิดเป็นควันได้ง่าย น้ำมันเหม็นหืนและทำให้เกิดความหนืดขึ้นเนื่องจากมีพอลิเมอร์เกิดขึ้น น้ำมันจะเปลี่ยนสีและอาจมีฟอง หากจะแก้ไขต้องเติมสารพวกซิลิโคนลงไปนิดหน่อยเพื่อป้องกันฟอง และป้องกันการเกิดยนุมูลอิสระทางอ้อมได้ด้วย และขณะทอดอาหารน้ำมันจะถูกให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิระหว่าง 150 - 200°c ในสภาวะดังกล่าวนี้ น้ำมันจะสัมผัสกับอากาศในขณะที่อุณหภูมิสูงเป็นระยะเวลานาน (ขึ้นอยู่กับระยะเวลาทอดอาหาร) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้น้ำมันในการทอดอาหารซ้ำหลายครั้งและเป็นสภาวะซึ่งมีความชื้นสูงและมีองค์ประกอบของอาหารบางชนิดที่เร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงของน้ำมัน จึงพบว่าในระหว่างการทอดอาหารจะมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วที่มีผลให้อายุการใช้งานของน้ำมันสั้นลงและสารที่เกิดจากปฏิกิริยาต่าง ๆ ดังกล่าวหลายชนิดก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภค การกำหนดอายุการใช้น้ำมันจึงเป็นแนวทางที่ใช้หลีกเลี่ยงอันตรายดังกล่าวได้ อย่างไรก็ตามพบว่าอายุการใช้น้ำมันชนิดหนึ่ง ๆ จะแปรผันไปตามการใช้ค่อนข้างสูง เช่น อุณหภูมิในการทอดน้ำมัน ถ้าอุณหภูมิของน้ำมันสูงกว่า 200°c การเสื่อมเสียจะเกิดเร็วขึ้น การทอดแบบไม่ต่อเนื่องจะเร่งให้อายุของน้ำมันสั้นลง เนื่องจากทุกครั้งที่น้ำมันเย็นตัวลงออกซิเจนในอากาศจะละลายในน้ำมันได้เพิ่มขึ้น จึงทำให้ปฏิกิริยาในการเกิดมีอัตราสูงในทุกครั้งของการทอด ซึ่งต่างจากการทอดอาหารแบบต่อเนื่องที่ปริมาณออกซิเจนในน้ำมันจะลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น นอกจากนี้องค์ประกอบอาหารก็มีส่วนสำคัญต่อการเร่งการเสื่อมเสียของน้ำมัน เช่น กระเทียม หรือปลา จะทำให้กลิ่นของน้ำมันเปลี่ยนไป, เลซิตินจากไข่ จะทำให้น้ำมันเกิดฟองได้ง่ายขึ้น ความชื้นจากอาหารจะเร่งการสลายตัวของไขมัน ชิ้นส่วนอาหารขนาดเล็กที่ตกค้างอยู่ในน้ำมันจะเร่งการเปลี่ยนสีของน้ำมัน ด้วยเหตุนี้จึงเห็นได้ว่าการระบุอายุการใช้น้ำมันจึงทำได้ยาก โดยเฉพาะการใช้ในครัวเรือนผู้บริโภคต้องพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลง สี กลิ่น การเกิดฟองและควันของน้ำมัน (มณฑาทิพย์, 2535) กล่าวว่า กรรมวิธีการผลิตที่ใช้น้ำมันที่มีคุณภาพต่ำทำให้อาหารทอดมีคุณภาพไม่ดีไม่เหมาะต่อการบริโภค อาจเกิดผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภคอันเนื่องจากสารประกอบที่เกิดขึ้นและปนเปื้อนในอาหารด้วยเหตุดังกล่าวจึงได้มีการรวบรวมข้อมูลตรวจสอบติดตามและค้นหาสาเหตุของปัญหาการใช้น้ำมันทอดอาหาร เพื่อหามาตรการควบคุมให้อาหารปราศจากมลพิษและสารปนเปื้อนเพื่อความปลอดภัยต่อการบริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การเปลี่ยนแปลงของน้ำมันระหว่างการทอด

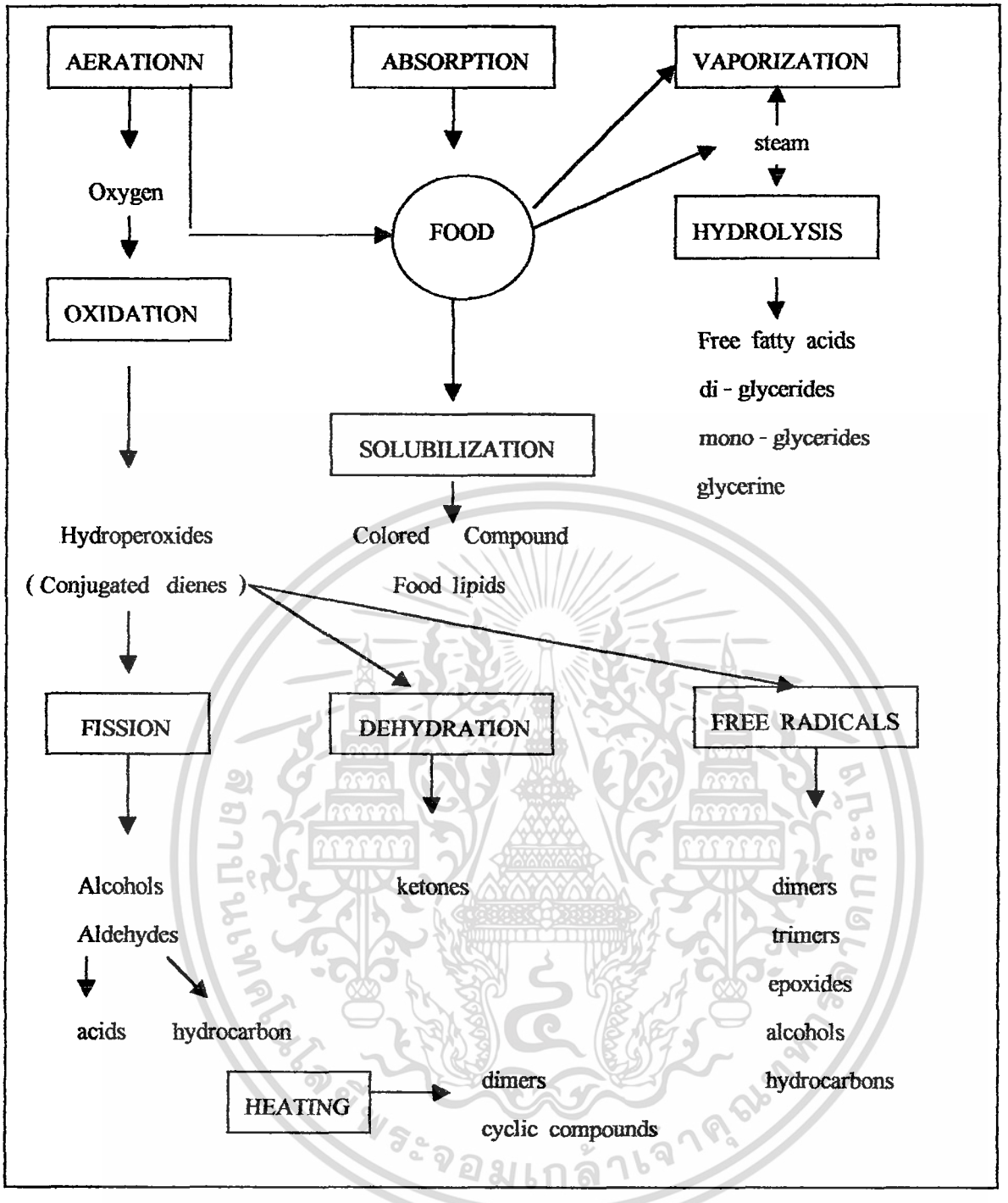
(ศศิเกษม,2530) กล่าวว่า น้ำมันที่ใช้ทอดแล้วมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น คือ มีปริมาณของกรดไขมันอิสระ ค่าไอโอดีนลดต่ำลง จุดที่เป็นควันและจุดหลอมเหลวต่ำลง สีของน้ำมันดำขึ้นและน้ำมันจะเหนียวขึ้น น้ำมันที่ใช้แล้วควรกรองเศษอาหารเล็ก ๆ ออกและเก็บน้ำมันไว้ในที่เย็นปราศจากอากาศและแสงเพื่อช่วยยืดอายุของการทอดของน้ำมันให้นานขึ้น

(Stevensor ,1984) กล่าวว่า การใช้น้ำมันคุณภาพดีและการรักษาคุณภาพของน้ำมันที่ใช้ในการทอดอาหารให้ได้นานที่สุดซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นเนื่องจากอาหารที่นำมาทอดทุกชิ้นจะดูดซับน้ำมันในขณะทอด สิ่งแรกที่ควรพิจารณา คือ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในน้ำมันขณะทำการทอด รูปที่ 2.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงของน้ำมันในการทอดแบบน้ำมันท่วมในระหว่างการทอดน้ำมันจะเกิดการแตกตัวออกอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึงระดับที่เหมาะสม ซึ่งการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าว อาจทำให้คุณภาพของน้ำมันลดลงจนทำให้ไม่สามารถนำไปใช้ในการทอดให้มีคุณภาพดี ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของการทอด คือ อาหารที่นำมาทอด น้ำมันที่ใช้ทอด วิธีการทอด และสภาวะในขณะทอด จากตัวแปลดังกล่าวทำให้เป็นการยากที่จะหาวิธีหนึ่งวิธีใดที่เหมาะสมที่สุด เพื่อใช้ในกระบวนการควบคุมคุณภาพของการทอดแบบน้ำมันท่วม รวมทั้งอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ๆ ในกระบวนการทอดแบบน้ำมันท่วมจากการศึกษาของนักวิจัยพบว่าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการทอดแบบน้ำมันท่วมนี้แตกต่างกับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการทอดแบบทั่วไป ซึ่งโดยทั่วไปสิ่งที่เกิดขึ้นในกระบวนการทอดแบบน้ำมันท่วม สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. สารที่ระเหยได้ง่าย (Volatile Decomposition Products : VDP) สารที่ระเหยได้ง่ายที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะระเหยไปในระหว่างการทอด อย่างไรก็ตามสารที่ระเหยได้ง่ายมีผลทำให้เกิดการรวมตัวของสารที่ระเหยได้ยากและไอที่ระเหยออกมาในระหว่างการทอดจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ที่ทำการทอด ซึ่งอาจสูดดมไอของสารเหล่านี้เข้าไป นอกจากนั้นยังมีการค้นพบว่าสารเหล่านี้ยังมีผลต่อรสชาติของอาหารที่ผ่านการทอดแบบน้ำมันท่วมด้วย การทราบถึงกระบวนการเหล่านี้ทำให้ง่ายต่อการปรุงแต่งรสชาติของอาหารที่ผ่านการทอดด้วยวิธีนี้

2.สารที่ระเหยได้ยาก (Nonvolatile Decomposition Products : NVDP) สารเหล่านี้ส่วนใหญ่เกิดขึ้นระหว่างการเกิดออกซิเดชั่นและพอลิเมอไรเซชั่นของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในน้ำมัน สารที่เกิดขึ้นเนื่องจากลดคุณภาพของน้ำมันแล้วยังถูกดูดซับเข้าไปในอาหารด้วย จากการศึกษา พบว่าจำนวนสารประกอบที่ระเหยได้ยากเหล่านี้ทำให้น้ำมันที่ใช้ทอดเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น ความหนืดเพิ่มขึ้น เกิดฟองมากขึ้นและสีของน้ำมันเปลี่ยนไป พร้อมกับการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เช่น เกิดกรดไขมันอิสระ จำนวนกรดไขมันไม่อิ่มตัวลดลง และเกิดสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying

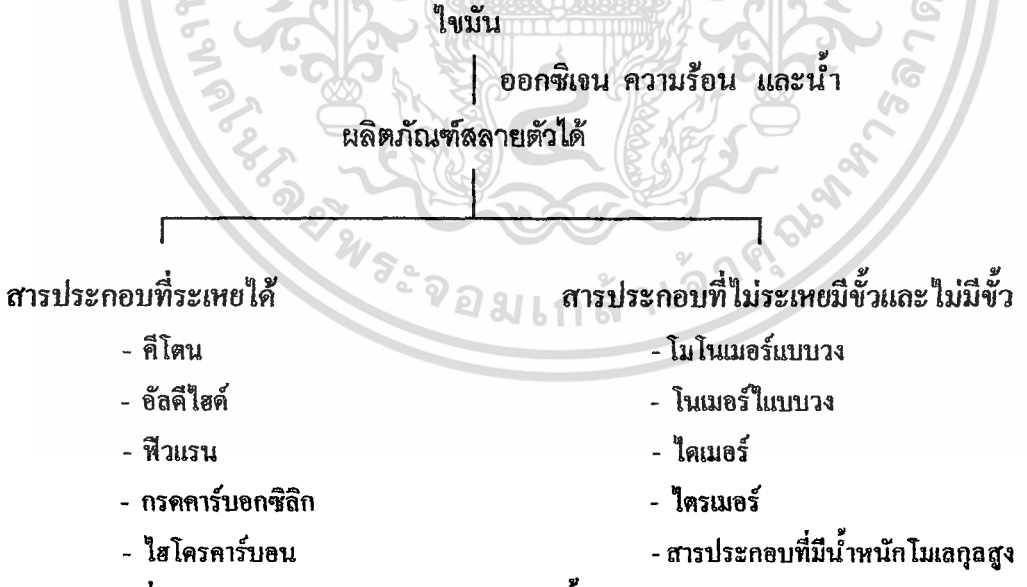
ที่มา : Stevenson , 1984

จากรูปที่ 2.1 การเปลี่ยนแปลงสีของน้ำมันเกิดจากการละลายขององค์ประกอบของสีในอาหารปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ซึ่งถูกเร่งโดยอุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดกรดไขมันอิสระและไฮโดรเพอ-ออกไซด์ที่แตกตัวออกเป็นแอลกอฮอล์ อัลดีไฮด์ กรด และไฮโดรคาร์บอน ทำให้สีของน้ำมันและรสชาติอาหารเปลี่ยนไป และความหนืดของน้ำมันเพิ่มขึ้น อัตราการเกิดออกซิเดชั่นแปรผันกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัว สำหรับกรดไลโนเลนิก ที่มีพันธะคู่ถึงสามพันธะ จะเกิดง่ายกว่ากรดโอเลอิก ซึ่งมีพันธะคู่เพียงพันธะเดียว น้ำมันที่มีกรดไลโนเลอิกมาก เช่น น้ำมันถั่วเหลือง

ความชื้นที่อยู่ในอาหารเป็นอีกส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรเลซิส และทำให้เกิดกรอไขมันอิสระ โมโนกลีเซอไรด์ กลีเซอไรด์ และกลีเซอรีน ดังในรูปที่ 2.1 รวมทั้งทำให้เกิดไอน้ำขึ้นซึ่งช่วยป้องกันไม่ให้น้ำมันสัมผัสอากาศและช่วยให้เกิดการระเหยได้ดี อันเป็นการกำจัดเพอออกไซด์ รสชาติและกลิ่นของอาหารที่สะสมกลิ่นอยู่ในน้ำมันที่ใช้ทอด นอกจากนี้ความที่ใช้ในการทอดก็เป็นผลอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพของน้ำมัน โดยจะเป็นตัวเร่งให้เกิดกระบวนการพอลิเมอไรด์เซชั่น ซึ่งค่อนข้างซับซ้อนและยังไม่เป็นที่เข้าใจกันมากนัก สารประกอบที่จะเกิดจากกระบวนการนี้จะมีโมเลกุลใหญ่ เกิดจากการรวมตัวของคาร์บอนกับคาร์บอน และคาร์บอนกับออกซิเจนและคาร์บอน การเพิ่มขึ้นของสารประกอบเหล่านี้ทำให้ ความหนืด ฟองและสิ่งสะสมในน้ำมันเพิ่มขึ้น รวมทั้งทำให้สีของน้ำมันเข้มขึ้นด้วย จึงไม่เหมาะที่จะใช้ในการทอดแบบน้ำมันท่วมเท่ากับน้ำมันที่มีกรดโอเลอิมาก เช่น น้ำมันข้าวโพด (มณฑาทิพย์ , 2535) กล่าวว่า น้ำมันที่ใช้ทอดหลาย ๆ ครั้งจะทำให้เกิดสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงขึ้น สะสมอยู่ในน้ำมันและไม่ระเหย ทำให้ลักษณะทางกายภาพของน้ำมันเปลี่ยนไป และยังมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีด้วย ได้แก่ ทำให้เกิดไขมันอิสระ ค่าคาร์บอนิล ปริมาณไฮดรอกซิล และค่า Saponification เพิ่มขึ้น ปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวลดลง และทำให้สารประกอบที่มีโมเลกุลสูงเกิดเพิ่มขึ้นด้วย การเกิดสารประกอบสลายตัวที่ระเหยได้และไม่ระเหยในน้ำมันทอด ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การเกิดสารประกอบต่าง ๆ ในน้ำมันทอด

ที่มา : มณฑาทิพย์ , 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การเกิดออกซิเดชั่น

ชนิดของปฏิกิริยาระหว่างการทอด เป็นการเสื่อมสลายของไขมันและน้ำมันแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1. การเกิดออกซิเดชั่นได้เอง(autooxidation)ที่อุณหภูมิ 100°c
2. การเกิดโพลิเมอร์ด้วยความร้อน ที่อุณหภูมิ 200 - 300°c ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน
3. การเกิดโพลิเมอร์ด้วยความร้อน ที่อุณหภูมิ 200°c ในสภาพที่มีออกซิเจน

<u>การเกิดออกซิเดชั่นได้เอง</u>

จากการศึกษาการเกิดสารโมโนคาร์โบนิลระหว่างทอดโดยใช้น้ำมันข้าวโพด น้ำมันหมู และเนยขาวเพื่อทอดมันฝรั่ง หลังจากการใช้น้ำมัน 3 ชนิด พบว่าเมื่อน้ำมันร้อนถึง 200°c น้ำมันจะเปลี่ยนเป็นสีดำ น้ำมันข้าวโพดมีสีเข้มที่สุดและลดลงตามลำดับ สารโมโนคาร์บอนิลที่พบเป็นพวกอัลดีไฮด์ชี้ให้เห็นว่าการเกิดออกซิเดชั่นได้เองเป็นปฏิกิริยาเริ่มแรกที่เกิดในการทอด จึงสรุปได้ว่าการทอดแบบน้ำมันท่วมไม่มีผลทำให้น้ำมันเสื่อมสลาย เพราะไม่พบการเปลี่ยนแปลงในส่วนประกอบของกรดไขมัน (fatty acid) ในระหว่างการทอด

<u>การเกิดออกซิเดชั่นและการเกิดโพลิเมอร์ด้วยความร้อน</u>

มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางเกี่ยวกับความเป็นพิษของน้ำมันชนิดต่าง ๆ อาทิเช่น น้ำมันถั่วเหลือง ละหุง เมล็ดฝ้าย ข้าวโพด และถั่วลิสง หลังจากการทอดที่อุณหภูมิ 250 - 300°c เป็นเวลา 6 – 24 ชั่วโมง จะเกิดสารโพลิเมอร์ชนิดเป็นวง (cyclic polymer)และเกิดโพลิเมอร์ที่มีขนาดใหญ่กว่านี้ด้วย การเกิดออกซิเดชั่นและโพลิเมอร์ของน้ำมันทอด ยังทำให้ทราบว่าการใช้ไขมันหรือน้ำมันในปริมาณมาก ถึงแม้จะทอดหลายครั้งคุณภาพของน้ำมันก็ยังดีกว่าใช้น้ำมันปริมาณน้อยทอดไม่กี่ครั้ง เนื่องจากการทอดด้วยน้ำมันน้อย ๆ จะมีการสลายตัวรุนแรงเกิดขึ้นมากกว่า นอกจากนี้มีผู้ทดลองใช้น้ำมันทอดแบบไม่ต่อเนื่องนาน 62 ชั่วโมง กับการใช้น้ำมันทอดแบบต่อเนื่องนาน 166 ชั่วโมง ถึงแม้ว่าจะใช้เวลาแตกต่างกันมากจะพบสารมีขั้ว(polar material) ในน้ำมันปริมาณเท่ากัน เนื่องจากการทอดแบบไม่ต่อเนื่องกันจะมี fatty acyl peroxide เพิ่มขึ้นในขณะที่น้ำมันเย็นลงและไขมันเกิดการเสื่อมสลายเมื่อได้รับความร้อนอีก (เป็นผลการใช้น้ำมันฝ้าย) นอกจากนี้ยังพบว่าปรากฏการณ์เกิดฟองในน้ำมันทอดขึ้นกับชนิดของวิธีการที่ใช้ทอด

วิธีการทอดเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพต่อการทอด การทอดโดยทั่วไปจะมีอยู่ 2 วิธี ซึ่งมีอัตราการถ่ายเทความร้อนต่างกัน คือ การทอดโดยใช้น้ำมันน้อย และการทอดโดยใช้น้ำมันท่วมชิ้นอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การทอดโดยใช้น้ำมันน้อย(shallow or contact frying) เหมาะกับอาหารที่มีสัดส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาณสูง เช่น เบคอน ไข่ เนื้อบดปั้นเป็นก้อน เป็นต้น การถ่ายเทความร้อนสู่ชิ้นอาหารส่วนใหญ่จะเกิดจากการนำความร้อนจากโลหะที่ใช้ทำกระทะผ่านชั้นบาง ๆ ของน้ำมันเข้าสู่ชิ้นอาหาร ความหนาของน้ำมันอาจจะแตกต่างกันไปไม่สม่ำเสมอเนื่องจากผิวของอาหารจะไม่เรียบ และประกอบกับการระเหยของน้ำในระหว่างการทอด จะช่วยดันชิ้นอาหารขึ้นจากผิวกระทะเป็นครั้งคราว สาเหตุทั้งสองนี้จะทำให้อุณหภูมิที่ผิวของชิ้นอาหารไม่สม่ำเสมอเท่ากันทุกจุด การทอดด้วยน้ำมันน้อยนี้จึงทำให้เกิดสีน้ำตาลที่ผิวไม่สม่ำเสมอ การทอดแบบนี้จะมีสัมประสิทธการถ่ายเทความร้อนที่ผิวสูงแต่ไม่สม่ำเสมอทุกจุด

2. การทอดน้ำมันท่วม(deep fat frying) วิธีทอดแบบนี้จะเกิดการถ่ายเทความร้อนระหว่างการพาความร้อนซึ่งเกิดขึ้นในน้ำมัน และการนำความร้อนซึ่งเกิดขึ้นภายในชิ้นอาหาร ผิวอาหารทุกจุดจะได้รับความร้อนสม่ำเสมอ สี และลักษณะปรากฏที่ผิวของชิ้นอาหารจึงสม่ำเสมอมากกว่า การทอดน้ำมันท่วมชิ้นอาหารนี้เหมาะสำหรับอาหารที่รูปร่างทุกแบบ แต่อาหารที่มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอจะอมน้ำมันหลังจากทอดมากกว่า (กิตติพงษ์ , 2531)

2.5 ข้อแนะนำสำหรับการใช้น้ำมันทอด

ชนิดของน้ำมันที่ใช้ทอดมันฝรั่งเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำมันในชิ้นมันฝรั่ง แม้จะเป็นปัจจัยรองก็ตาม น้ำมันที่เหมาะในการทอด(deep frying) ควรเป็นน้ำมันที่ใช้ในการหุงต้มและใช้เพื่อการทอดโดยตรง และควรเป็นน้ำมันที่มีกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว (Smith ,1967) กล่าวว่า อุณหภูมิที่ใช้ในการทอดมันฝรั่ง เป็นปัจจัยภายนอกที่สำคัญในการจะทำให้น้ำมันมีคุณภาพดี ซึ่งโดยปกติแล้วถ้าอุณหภูมิขณะทอดมันฝรั่งสูง จะทำให้การดูดซับน้ำมันในมันฝรั่งต่ำ เพราะขณะที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของน้ำมันจะต่ำ จึงทำให้มีน้ำมันส่วนน้อยที่จะถูกไว้ได้ในเวลาจำกัด อุณหภูมิในการทอดมันฝรั่งอาจเปลี่ยนแปลงไปได้ตามปริมาณน้ำตาลในหัวมันฝรั่ง (มณฑาทิพย์ , 2535) กล่าวว่า การน้ำมันทอดแล้วมาใช้ใหม่ ซึ่งเป็นเหตุให้น้ำมันเสื่อมสภาพและคุณภาพอาหารทอดด้อยไป มีการศึกษามานานในระยะแรก ๆ นั้นได้ใช้วิธีการวิเคราะห์หาค่ากรดไขมันอิสระ (free fatty acid) การหาจุดเกิดควัน (smoke point) และการอมน้ำมัน(oil pick up) ในการตรวจคุณภาพอาหารและน้ำมัน ปัจจุบันได้มีการศึกษาอย่างต่อเนื่องจนเข้าใจกลไกและวิธีการเสื่อมสลายของน้ำมันเป็นอย่างดี ตลอดจนมีวิธีตรวจสอบการเสื่อมสลายดังกล่าว ซึ่งสะดวกและง่ายกว่าวิธีเดิมโดยควบคุมการเกิดสารตึงผิว (surfactant) เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำมันและอาหารทอด (ลดการอมน้ำมันและลดปฏิกิริยาการเปลี่ยนสี) เนื่องจากสารตึงผิวเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการแตกตัวให้เพิ่มขึ้น ดังนั้นในทางการค้าควรจะเลิกใช้น้ำมันเก่า เมื่อน้ำมันที่ใช้ทอดเริ่มเกิดฟอง เกิดควันมาก น้ำมันมีสีดำ หรือมีกลิ่นรสไม่ดี นอกจากนี้ยังมีข้อแนะนำสำหรับการทอดน้ำมันแบบท่วมได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เลิกใช้น้ำมันทอดก่อนที่จะเกิดควัน และเกิดฟองโดยใช้ Oxyfrit test เพื่อหาเวลาที่สมควรจะได้เปลี่ยนน้ำมัน

2. กรองน้ำมันและล้างกระทะทุกวัน

3. ใช้อุณหภูมิ 160 - 180°c

4. อย่าใส่เกลือหรือเครื่องเทศในอาหารในขณะทอด

5. ใช้น้ำมันที่เหมาะสมและควรเติมน้ำมันก่อนให้ความร้อน

6. เมื่อเลิกใช้น้ำมันทอดควรลดอุณหภูมิและปิดฝาไม่ให้น้ำมันรับแสงสว่าง

7. เลือกวัสดุที่ใช้ทำภาชนะที่เหมาะสม เช่น เหล็ก และทองแดงจะเร่งการเกิดออกซิเดชั่น

8. รักษาระดับน้ำมันที่ใช้ในการทอดให้คงที่

9. ควรทอดอาหารทีละน้อยถึงแม้ต้องทอดอาหารปริมาณมาก

10. อย่าใช้ความร้อนสูงเกินไป เพราะน้ำมันที่ได้รับความร้อนมากกว่า 300°c อาจเกิดการรุกไหม้มากได้

(กองวิเคราะห์อาหาร , 2530) กล่าวว่า การเก็บรักษาน้ำมัน ควรจะปฏิบัติดังนี้ คือ ควรวางหรือเก็บน้ำมันไว้ในที่เย็น และไม่ถูกแสงแดด เพื่อให้เกิดกลิ่นหืน ถ้าซื้อน้ำมันที่มีขนาดบรรจุใหญ่ เมื่อเปิดใช้แล้วควรแบ่งเก็บไว้ในขวดแก้ว ปิดจุกขวดให้สนิท เก็บในที่เย็นและไม่ถูกแสงแดด

2.6 การเสื่อมเสียคุณภาพของน้ำมัน

การเสื่อมคุณภาพของน้ำมัน เราอาจจะสังเกตได้จากการเสื่อมเสียทางกายภาพ ไม่ว่าจะเป็นทางด้านสี กลิ่น ควัน การเกิดฟอง ความข้นหนืด และแรงตึงผิวของน้ำมันได้

1. สี เมื่อนำน้ำมันมาทอดจำนวนหลาย ๆ ครั้ง เราจะสังเกตเห็นว่าสีของน้ำมันมีลักษณะเปลี่ยนไป คือจะมีสีเข้มขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งจากเดิมน้ำมันก่อนนำมาทอดจะมีสีเหลืองใส แต่หลังจากทำการทอดหลาย ๆ ครั้ง สีของน้ำมันจะเป็นสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งสีของน้ำมันจะเปลี่ยนแปลงเร็วหรือช้าอาจขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ที่นำมาทอด ซึ่งในการทดลองเราใช้มันฝรั่งมาเป็นวัตถุดิบในการทอด

2. กลิ่นหืน คุณภาพของน้ำมันจะเสื่อมลงในแง่ของการหืน (Racidity) แต่จะเหม็นหืนช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับสภาพของน้ำมัน และวิธีการเก็บรักษา น้ำมันที่เก็บไว้ในภาชนะเปิดจะดูดกลิ่นต่าง ๆ ในบริเวณใกล้เคียงได้ ทำให้เกิดการเหม็นหืนได้เร็วขึ้น นอกจากนี้น้ำมันเหม็นหืนได้เนื่องจาก การเปลี่ยนแปลงทางเคมี 2 แบบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 เหม็นหืนเนื่องจากออกซิเจน (Oxidative rancidity) ในระหว่างเก็บกรดไขมันอิสระที่ไม่อิ่มตัวจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ ได้สารประกอบเพอร์ออกไซด์(peroxide)ซึ่งมีกลิ่นหืน การเหม็นหืนด้วยวิธีนี้จะพบมากกว่าอีกแบบ และพบในอาหารแทบทุกชนิด กรดไขมันที่มี double bond หลายตัวจะเหม็นหืนได้เร็วกว่ากรดไขมันที่มี double bond เพียงตัวเดียว ในตอนแรก ปฏิกิริยาการเหม็นหืนช้าลงไปบ้าง และน้ำมันจากสัตว์จะมีกลิ่นหืนได้เร็วกว่าน้ำมันจากพืช ทั้ง ๆ ที่น้ำมันพืชมีปริมาณกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวมากกว่า แต่น้ำมันพืชมีสารป้องกันการเติมออกซิเจน (antioxidant)อยู่แล้วตามธรรมชาติคือ วิตามินอี การเหม็นหืนด้วยวิธีนี้ป้องกันได้โดย เก็บน้ำมันในภาชนะที่ทึบแสง ฝาปิดสนิทอากาศเข้าไม่ได้และเก็บไว้ในที่เย็น

2.2 การเหม็นหืนเนื่องจากน้ำ (Hydrolytic Ranadity) การเหม็นหืนด้วยวิธีนี้เกิดขึ้นได้น้อยกว่าแบบการเติมออกซิเจน การเหม็นหืนเกิดจากโมเลกุลของไขมันไตรกลีเซอไรด์ ถูกย่อยโดยเอนไซม์ไลเปส (Lipase) เมื่อมีน้ำอยู่ด้วยได้กรดไขมันโมเลกุลสั้น ๆ ซึ่งเป็นต้นเหตุทำให้เกิดกลิ่นหืน คือ กรดบิวไทริค เอนไซม์ไลเปสอยู่ในอาหารที่มีไขมัน มักถูกทำลายด้วยความร้อน การเหม็นหืนจะเกิดขึ้นเฉพาะในอาหารที่ผ่านความร้อนไม่สูงพอที่จะทำลายเอนไซม์ การเหม็นหืนชนิดนี้จึงป้องกันได้ง่าย คือ ใช้ความร้อนทำลายเอนไซม์ และระวังอย่าให้มีน้ำปนในไขมัน

กลิ่นของมันฝรั่งทอดมีส่วนเกี่ยวข้องอย่างมากกับน้ำมันที่ใช้ทอด และกลิ่นของมันฝรั่งทอดทั้งหมดนั้นเกิดจากสารประกอบ melanoidins และสารที่ทำให้เกิดกลิ่นและระเหยได้ (Volatile Characteristic Oder) ต่อมา ได้พบว่า สารประกอบตัวที่ทำให้มีกลิ่นหืนได้แก่ Hexanal , 2 - Propanone และ 2 – Pentanone ซึ่งมีประมาณสูงกว่าในส่วนประกอบที่มีอยู่ในมันฝรั่งที่ทอดเสร็จใหม่ ๆ

3. การเกิดควัน

(อรวินท์ , 2519) กล่าวว่า น้ำมันได้รับความร้อนถึงอุณหภูมิหนึ่งจะสลายตัวและมีควันขึ้น อุณหภูมินี้เรียกว่าจุดที่เป็นควันของน้ำมัน (Smoking point)หากปล่อยให้น้ำมันร้อนขึ้นเรื่อย ๆ อาจรุกเป็นไฟขึ้น เรียกว่าจุดที่เริ่มติดไฟ(flash point) เมื่อน้ำมันเป็นควันกลีเซอรอลจะสลายตัวเกิดเป็นสารชื่อ อะโครลิน (acrolein) และในน้ำมันมีกรดไขมันอิสระ (free fatty acid)เพิ่มขึ้น อะโครลินเป็นสารระเหยได้ ทำให้ผู้ที่อยู่บริเวณใกล้เคียงแสบตาและรู้สึกบาดคอ และทำให้อาหารมีกลิ่นควันไม่น่ารับประทาน น้ำมันแต่ละชนิดจะสลายตัวที่อุณหภูมิต่างกัน ในการทอดควรเลือกใช้น้ำมันชนิดซึ่งมีอุณหภูมิที่เป็นควันสูงเพื่อป้องกันการเกิดอะโครลิน ช่วยไม่ให้ดูดซึมมาก นอกจากชนิดของน้ำมันแล้วอุณหภูมิที่เกิดควันของน้ำมันยังขึ้นอยู่กับสิ่งอื่น ๆ อีก ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไขมันที่มีปริมาณกรดไขมันอิสระสูงที่สุดจะมีจุดที่เป็นควันต่ำที่สุด น้ำมันที่ใช้แล้วมีอุณหภูมิที่เป็นควันต่ำลง คือ เมื่อน้ำมันถูกความร้อน โมเลกุลของไขมันสลายตัวเป็นกรดไขมันอิสระ ปริมาณกรดไขมันในน้ำมันจึงเพิ่มขึ้น อุณหภูมิที่เป็นควันของน้ำมันจะลดลงเมื่อได้สัมผัสกับอากาศมากขึ้น ถ้าใช้ภาชนะที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ทอดอาหาร จะทำให้จุดที่เป็นควันของน้ำมันลดต่ำลงเร็วกว่า น้ำมันที่ทอดในภาชนะที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า เมื่อทอดอาหารที่ใช้น้ำมันมากจึงควรใช้ภาชนะก้นลึก ปากแคบ ดีกว่าภาชนะที่ปากกว้างแต่ก้นตื้น ถ้ามีเศษอาหาร เช่น แป้งปนอยู่ในน้ำมันจะทำให้อุณหภูมิที่เกิดควันของน้ำมันต่ำลงเร็วขึ้น ฉะนั้นน้ำมันที่ใช้แล้วต้องกรองเอาเศษอาหารออกเสียก่อนที่จะใช้ทอดในคราวต่อไป ทำแบบนี้จะใช้ให้น้ำมันทอดอาหารได้นานขึ้น

4. การเกิดฟอง เมื่อเรานำน้ำมันมาทอดหลาย ๆ ครั้ง น้ำมันจะเกิดฟองมากขึ้นซึ่งฟองของน้ำมันที่เกิดขึ้นนี้ มีปัจจัยจากอุณหภูมิของความร้อนที่ใช้และระยะเวลาที่ใช้ในการทอด ซึ่งมีปัจจัยดังกล่าวทำให้น้ำมันเกิดฟองได้เร็วขึ้น

5. ความข้นหนืดของน้ำมัน เมื่อนำน้ำมันมาทอดหลาย ๆ ครั้งความข้นหนืดสูงขึ้นเรื่อย ๆ ปัจจัยที่มีส่วนในการทำให้น้ำมันข้นหนืดได้เร็วขึ้นอาจขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ที่นำมาทอด โดยเราจะวัดค่าความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer

2.7 การตรวจสอบและการควบคุมคุณภาพน้ำมัน

(Stevenson ,1984) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในขณะทำการทอดแบบน้ำมันท่วมนั้นมีความซับซ้อนและหลากหลาย รวมทั้งทำให้เกิดสารต่าง ๆ ขึ้นมากมาย ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของน้ำมันที่ใช้ทอด มีวิธีการมากมายที่ใช้ควบคุมการแตกตัวเป็นสารต่าง ๆ ภายในน้ำมันที่ใช้ในกระบวนการทอด และสามารถลดการก่อตัวของสารเหล่านั้นเพื่อยืดอายุการใช้งานของน้ำมันแต่ปัญหาสำคัญอีกประการหนึ่งคือ เกณฑ์ในการกำหนดว่าน้ำมันที่ใช้นั้นไม่สามารถใช้งานได้อีกต่อไป หลักเกณฑ์ที่ใช้นั้นมีหลายอย่าง ในร้านอาหารหรือภัตตาคารควรจะอาศัยการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ เช่น สี การเกิดฟอง ดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 Common Analytical Specification for Deep Frying Fat and Oils

Parameter	Level in unused fat /oil
Free fatty acid (FFA)	0.05 – 0.08 %
Peroxide Value	1.0 me / kg
Iodine Value	Varies with type of fat
Active oxygen method (AOM)	60 hr or greater if extended shelf life requited
Smoke point	200 $^{\circ}$ c
Moisture	0.10 %
Color	Light
Melting point	Varies with product being fried
Flavor and odor	Bland

ที่มา : Stevenson ,1984

(สมบัติ , 2528) กล่าวว่า การตรวจสอบการเสื่อมเสียของน้ำมัน เราสามารถทำได้หลายวิธี คือ

1. หาค่า Saponification number คือ จำนวนมิลลิกรัมของโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งใช้ใน Saponification ไขมันหรือน้ำมันหนึ่งกรัม ตัวเลขนี้แตกต่างกันไปแล้วแต่น้ำหนักโมเลกุลของไขมัน ตัวเลขนี้เป็นดัชนีบอกปริมาณกรดไขมันที่มีอยู่ในไขมัน

2. หาค่า Acid Value (ศศิเกษม , 2530) กล่าวว่าคือจำนวนมิลลิกรัมของ KOH ที่ทำให้กรดไขมันอิสระที่มีอยู่ในไขมัน 1 กรัมสะเทินพอดี กรดไขมันอิสระที่มีในน้ำมันที่เมื่องมาจากการสลายตัวของกลีเซอไรด์ทางเคมีหรือโดยการกระทำของบัคเตรี ปฏิกิริยาจะเพิ่มโดยแสงและความร้อน

3. หาค่า Iodine number (สมบัติ , 2528) กล่าวว่า คือจำนวนกรัมของไอโอดีน ซึ่งถูกดูดซึมไว้ด้วยไขมันร้อยกรัม ตัวเลขนี้แสดงถึงความอิ่มตัวมากน้อยของไขมัน ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณพันธะคู่ และ พันธะสาม ที่มีอยู่ในไขมันนั้น

4. หาค่า Peroxide Value (ศศิเกษม , 2530) กล่าวว่า คือ จำนวนมิลลิกรัมสมมูลของเปอร์ออกไซด์ที่มีในน้ำมัน 1 กิโลกรัม ค่าเปอร์ออกไซด์จะบอกให้ทราบถึง ปริมาณของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่ถูกออกซิไดซ์เป็นสารประกอบเปอร์ออกไซด์ ถ้ามีสารประกอบเปอร์ออกไซด์ในน้ำมันจะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัตถุดิบ อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 มันฝรั่ง

3.1.2 น้ำมันปาล์ม

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 เครื่องครัว : หม้อแสตนเลส เขียง มีด หม้อไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้

3.2.2 เครื่องชั่ง

3.2.3 บีกเกอร์

3.2.4 Volumetric Flask

3.2.5 กระบอกตวง

3.2.6 Erlenmeyer Flask

3.2.7 ปิเปต

3.2.8 แท่งแก้วคนสาร

3.2.9 บิวเรต

3.2.10 dropper

3.2.11 stand

3.2.12 ขวดน้ำกลั่น

3.2.13 กระจกนาฬิกา

3.2.14 Weighting boat

3.2.15 ช้อนตักสาร

3.2.16 pipette filler

3.2.17 เทอร์โมมิเตอร์

3.2.18 ตู้แช่แข็ง

3.3 สารเคมี

3.3.1 Wijs' solution

3.3.2 โปแตสเซี่ยมไอโอไดด์

3.3.3 โซเดี่ยมไธโอซัลเฟต

3.3.4 น้ำแป้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 ฟีนอฟธารีน

3.3.6 ไดเอธิลอีเทอร์

3.3.7 โซเดี่ยมไฮดรอไซด์

3.3.8 แอออลกอฮอลิคโปแตสเซี่ยมไฮดรอกไซด์

3.3.9 กรดไฮโดรคลอริค

3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

1. การเตรียมวัตถุดิบ

1.1 นำมันฝรั่งมาล้างทำความสะอาด

1.2 ปอกเปลือกมันฝรั่ง

1.3 นำมาสไลด์เป็นแท่งหนาประมาณ 0.5 มิลลิเมตร

1.4 นำไปลวกที่อุณหภูมิ 100°c นาน 1 นาที

1.5 นำไปแช่น้ำเย็นที่อุณหภูมิห้อง 30°c

1.6 นำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -5°c

3.5 ศึกษาระยะเวลาในการทอดที่มีผลต่อคุณภาพของน้ำมัน

แบ่งมันฝรั่งออกเป็น 2 ส่วน

3.5.1 การให้ความร้อนกับน้ำมันแบบต่อเนื่องเป็นเวลา 42 ชั่วโมง โดยทุก ๆ ต้นชั่วโมงจะนำมันฝรั่ง 300 กรัม มาทำการทอดในหม้อไฟฟ้าก้นลึกที่อุณหภูมิ 190°c โดยใช้เวลาในการทอดครั้งละ 8 นาที เป็นจำนวน 6 ครั้งต่อ 1 วัน จึงนำน้ำมันมาทำการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี ทางกายภาพ

3.5.2 การให้ความร้อนแบบไม่ต่อเนื่องโดยให้ความร้อนครั้งละ 1 ชั่วโมง แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้องในระหว่างการให้ความร้อน นำมันฝรั่ง 300 กรัม มาทอดในหม้อไฟฟ้าก้นลึกที่อุณหภูมิ 190°c ใช้เวลาในการทอดครั้งละ 8 นาที โดยทำการทดลองในทำนองเดียวกันนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งน้ำมันเสื่อมเสีย หรือผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การตรวจสอบคุณภาพของน้ำมัน

3.6.1 การวิเคราะห์ค่าไอโอดีน

3.6.2 การวิเคราะห์ Acid Value

3.6.3 การวิเคราะห์ Peroxide Value

3.6.4 การวัดค่าความหนืดของน้ำมันโดยใช้เครื่อง Brookfield Viscometer

3.6.5 การวัดค่าสีของน้ำมันโดยใช้เครื่อง Lovibond tintometer

3.6.6 การวัดค่าแรงตึงผิวของน้ำมันโดยใช้เครื่อง Tensionmiter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96799

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การศึกษาผลของเวลาในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying ที่มีต่อคุณภาพของน้ำมันโดยการทอดแบบให้ความร้อนต่อเนื่องติดต่อกันเป็นเวลา 18 ชั่วโมง โดยพักและตรวจสอบคุณภาพของน้ำมันทุก ๆ 6 ชั่วโมงและการทอดแบบไม่ต่อเนื่องเป็นเวลา 18 ชั่วโมงให้ความร้อนแล้วพักให้เย็นที่อุณหภูมิห้องทุก 1 ชั่วโมงแล้วจึงให้ความร้อนอีก โดยมีการตรวจสอบคุณภาพของน้ำมันทุก ๆ 6 ชั่วโมงเช่นกัน โดยคุณภาพที่ตรวจสอบได้แก่ ค่าไอโอดีน (Iodine value), Acid value , Peroxide value , ความหนืด , สี , และแรงตึงผิว

ตารางที่ 4.1 แสดงคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของน้ำมันโดยการให้ความร้อนแบบต่อเนื่อง

คุณสมบัติ	0 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	12 ชั่วโมง	18 ชั่วโมง
ค่าไอโอดีน	87.5[a]	55.91[b]	44.42[c]	35.22[c]
Acid value	0.11[a]	0.47[b]	0.84[c]	1.43[d]
Peroxide value	0.78[a]	1.66[b]	3.19[c]	4.19[d]
ความหนืด	57.1[a]	60.0[ab]	67.2[ab]	70.4[b]
สี	3	7	11 B	21
แรงตึงผิว	33.3[a]	33.3[a]	33.3[a]	33.3[a]

หมายเหตุ อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ และอักษรที่เหมือนกัน หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากตารางที่ 4.1 แสดงคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำมันโดยการให้ความร้อนแบบต่อเนื่อง พบว่าค่าไอโอดีน ของน้ำมันใหม่มีค่าไอโอดีนสูงสุดคือ 87.5 ส่วนน้ำมันที่ผ่านการทอดติดต่อกัน 6 ชั่วโมง ,12 ชั่วโมง และ 18 ชั่วโมงมีค่าไอโอดีนลดลงเป็น 55.9 , 44.42 และ 35.22 ตามลำดับ และพบว่าค่าไอโอดีนของน้ำมันที่ชั่วโมง 12 และชั่วโมงที่ 18 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

การวิเคราะห์ Acid value หรือ Free fatty acid น้ำมันที่ทอดติดต่อกัน 6 ชั่วโมงมีค่า acid value ต่ำที่สุดคือ 0.466 ส่วนน้ำมันที่ทอดติดต่อกัน 12 ชั่วโมงและ 18 ชั่วโมงจะมีค่า acid value เพิ่มขึ้นเป็น 0.84 และ 1.43 ตามลำดับ และพบว่า acid value ของน้ำมันทั้ง 4 ค่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

การวิเคราะห์ค่า Peroxide value น้ำมันที่ทอดติดต่อกัน 6 ชั่วโมงมีค่า peroxide valueต่ำที่สุดคือ 1.66 ส่วนน้ำมันที่ทอดต่อเนื่องกัน 12 ชั่วโมงและ 18 ชั่วโมงมีค่า peroxide value เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.19 และ 4.19 ตามลำดับ และพบว่าค่า peroxide value ของน้ำมันทั้ง 4 ค่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันที่ตรวจสอบได้แก่ ความหนืดของน้ำมันโดยการใช้ Brookfield viscometer พบว่าน้ำมันใหม่มีค่าความหนืดต่ำที่สุดคือ 57.1 ส่วนน้ำมันที่ทอดติดต่อกัน 6 ชั่วโมง 12 ชั่วโมง และ 18 ชั่วโมงมีค่าความหนืดเพิ่มขึ้นเป็น 60.0 67.2 และ 70.4 ตามลำดับและพบว่าค่าความหนืดของน้ำมันใหม่ไม่มีความแตกต่างกับน้ำมันที่ทอด 6 ชั่วโมง 12 ชั่วโมง ส่วนน้ำมันที่ทอดที่ 12 ชั่วโมงมีความหนืดไม่แตกต่างกับน้ำมันที่ทอดที่ 18 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

การวัดสีของน้ำมันโดยใช้ Lovibond Tintometer พบว่าน้ำมันใหม่มีสีเหลืองอ่อน ส่วนน้ำมันที่ทอดติดต่อกัน 6 ชั่วโมงมีสีส้มเข้มเมื่อวัดสีของน้ำมันที่ทอดต่อเนื่องกัน 12 ชั่วโมงมีสีน้ำตาลอ่อนซึ่งมีสีเข้มกว่าน้ำมันที่ทอดติดต่อกัน 6 ชั่วโมงและเมื่อวัดสีของน้ำมันที่ทอดต่อเนื่องกัน 18 ชั่วโมงมีสีน้ำตาลเข้มซึ่งมีสีเข้มกว่าน้ำมันที่ทอดติดต่อกัน 6 ชั่วโมงและ 12 ชั่วโมง

การวัดแรงตึงผิวของน้ำมันโดยใช้เครื่อง Tensionmeter ซึ่งแรงตึงผิวของน้ำมันที่ทอดติดต่อกัน 6 ชั่วโมง 12 ชั่วโมง และ 18 ชั่วโมง พบว่ามีค่าเท่ากันแสดงว่าเวลาที่ใช้ในการทอดนานขึ้นนั้นไม่มีผลต่อแรงตึงผิวของน้ำมัน

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าสหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) ของการทอดแบบต่อเนื่องในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying

Correlation Coefficent	Iodine Value	Acid Value	Peroxide Value	Viscosity
Iodine Value	1	- 0.917	- 0.920	- 0.918
Acid Value		1	0.928	0.970
Peroxide Value			1	0.989
Viscosity				1

จากตารางที่ 4.2 ค่า Correlation coefficient แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าต่าง ๆ ซึ่งพบว่า ค่าไอโอดีนมีความสัมพันธ์กับ Acid Value, Peroxide Valueและ ความหนืดซึ่งมีความสัมพันธ์กันในทางลบเมื่อค่าไอโอดีนเพิ่มขึ้น Acid Value, Peroxide Valueและ ความหนืดมีค่าลดลง และยังพบว่า Acid Value สัมพันธ์กับ Peroxide Valueและ ความหนืด คือเมื่อ Acid Value เพิ่มขึ้น ค่า Peroxide Valueและ ความหนืดก็เพิ่มขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำมันโดยการให้ความร้อนแบบไม่ต่อเนื่อง

คุณสมบัติ	0 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	12 ชั่วโมง	18 ชั่วโมง
Iodine value	81.2 [a]	55.72 [b]	43.49 [c]	33.47 [d]
Acid value	0.11 [a]	0.66 [b]	1.06 [c]	1.59 [d]
Peroxide value	0.82 [a]	3.78 [b]	5.65 [c]	8.39 [d]
Viscosity	57.5 [a]	73.2 [b]	77.8 [bc]	87.9 [c]
Colour	3	7	11	25
Tension	33.3 [a]	33.2 [a]	33.2 [a]	33.2 [a]

หมายเหตุ อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ และอักษรที่เหมือนกัน หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากตารางที่ 4.3 แสดงถึงคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำมันโดยการให้ความร้อนแบบต่อเนื่อง พบว่าค่าไอโอดีนของน้ำมันใหม่มีค่าสูงสุดคือ 81.2 เนื่องจากน้ำมันยังไม่ได้ถูกนำไปใช้ส่วนน้ำมันที่ทอดแบบไม่ต่อเนื่องที่ 6 ชั่วโมง , 12 ชั่วโมงและ 18 ชั่วโมงมีค่าไอโอดีนลดลงเป็น 55.72 , 43.49 และ33.47 ตามลำดับและพบว่าค่าไอโอดีนของน้ำมันที่ทอดแบบไม่ต่อเนื่องทั้ง 4 ค่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

สำหรับการวิเคราะห์ Acid value หรือ Free Fatty acid และค่า Peroxide valueนั้นพบว่าค่าทั้ง 2 มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากการทอด 6 ชั่วโมง 12 ชั่วโมง และ 18 ชั่วโมงและจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่า acid value และ peroxide value ของน้ำมันทั้ง 4 ค่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

คุณสมบัติทางกายภาพที่ตรวจสอบได้แก่ ค่าความหนืดของน้ำมันโดยการใช้ Brookfield viscometer พบว่าน้ำมันใหม่มีค่าความหนืดต่ำที่สุดคือ 57.5 ส่วนน้ำมันที่ทอดแบบไม่ต่อเนื่องที่ 6 ชั่วโมง 12 ชั่วโมง และ 18 ชั่วโมงมีค่าความหนืดเพิ่มขึ้นเป็น 73.2 77.8 และ 87.9 ตามลำดับและพบว่าค่าความหนืดของน้ำมันใหม่มีความแตกต่างกับน้ำมันที่ทอดที่ 6 ชั่วโมง 12 ชั่วโมงและพบว่าน้ำมันที่ทอด 12 ชั่วโมงไม่มีความแตกต่างกับน้ำมันที่ทอดที่ 18 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

การวัดสีของน้ำมันโดยใช้ Lovibond Tintometer น้ำมันใหม่มีสีเหลืองอ่อนส่วนน้ำมันที่ทอดแบบไม่ต่อเนื่องที่ 6 ชั่วโมงมีสีส้มเข้มเมื่อวัดสีของน้ำมันที่ทอดแบบไม่ต่อเนื่องที่ 12 ชั่วโมงมีสีน้ำตาลเข้มกว่าน้ำมันที่ทอดแบบไม่ต่อเนื่องที่ 6 ชั่วโมง และเมื่อวัดสีของน้ำมันที่ทอดแบบไม่ต่อเนื่องที่ 18 ชั่วโมงมีสีน้ำตาลดำซึ่งมีสีเข้มกว่าน้ำมันที่ทอดแบบต่อเนื่องมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดแรงตึงผิวของน้ำมันโดยใช้เครื่อง Tensionmeter ซึ่งแรงตึงผิวของน้ำมันที่ทอดแบบไม่ต่อเนื่องที่ 6 ชั่วโมง , 12 ชั่วโมงและ 18 ชั่วโมงมีค่าเท่ากันแสดงว่าเวลาที่ใช้ในการทอดนานขึ้นนั้นไม่มีผลต่อแรงตึงผิวของน้ำมัน

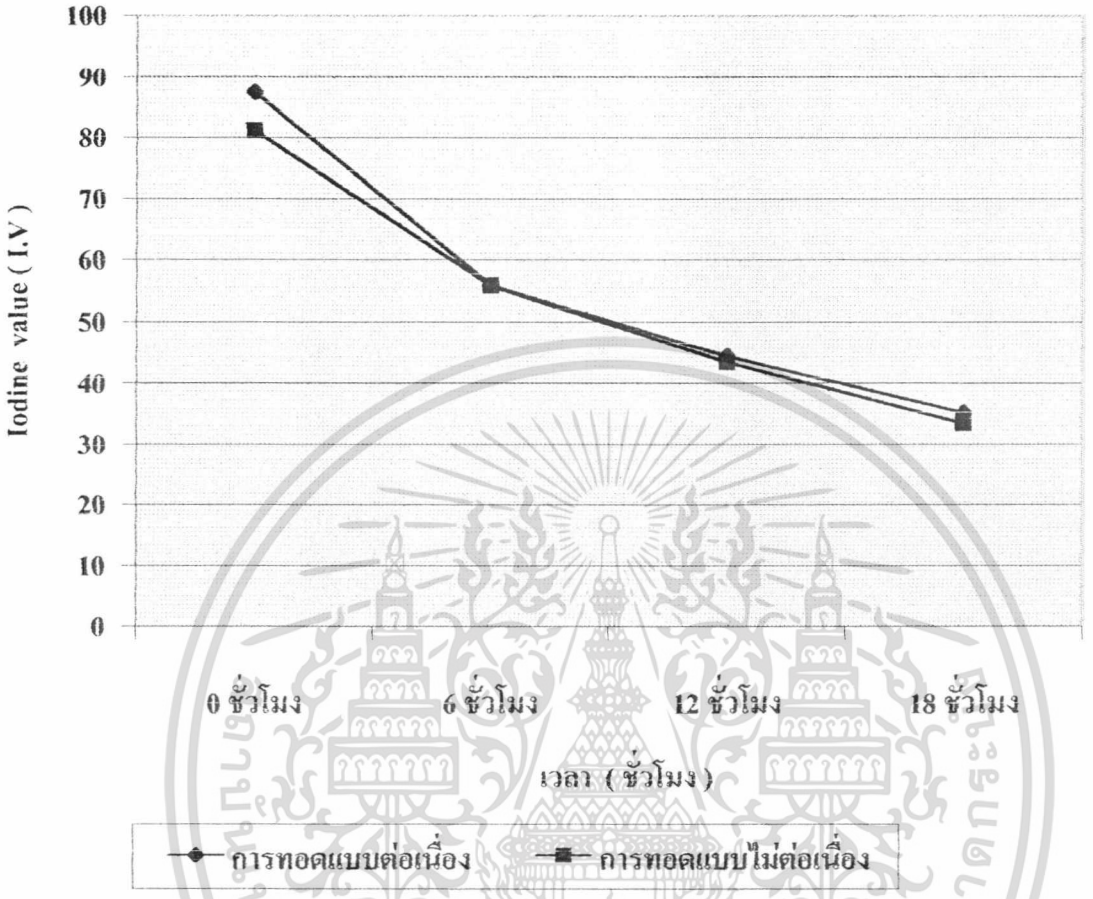
ตารางที่ 4.4 แสดงค่าสหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) ของการทอดแบบไม่ต่อเนื่องในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying

Correlation Coefficent	Iodine Value	Acid Value	Peroxide Value	Viscosity
Iodine Value	1	- 0.978	- 0.979	- 0.991
Acid Value		1	1	0.987
Peroxide Value			1	0.989
Viscosity				1

จากตารางที่ 4.4 ค่า Correlation coefficient แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าต่าง ๆ ค่า Correlation coefficient เท่ากับ 1 แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันมาก ซึ่งพบว่า ค่าไอโอดีนมีความสัมพันธ์กับ Acid Value, Peroxide Valueและ ความหนืดสูงมากมีความสัมพันธ์กันในทางลบ คือ เมื่อค่าไอโอดีนเพิ่มขึ้น Acid Value, Peroxide Valueและ ความหนืดมีค่าลดลง ยังพบว่า Acid Value สัมพันธ์กับ Peroxide Value และ ความหนืด คือเมื่อ Acid Value เพิ่มขึ้น ค่า Peroxide Valueและ ความหนืดก็เพิ่มขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

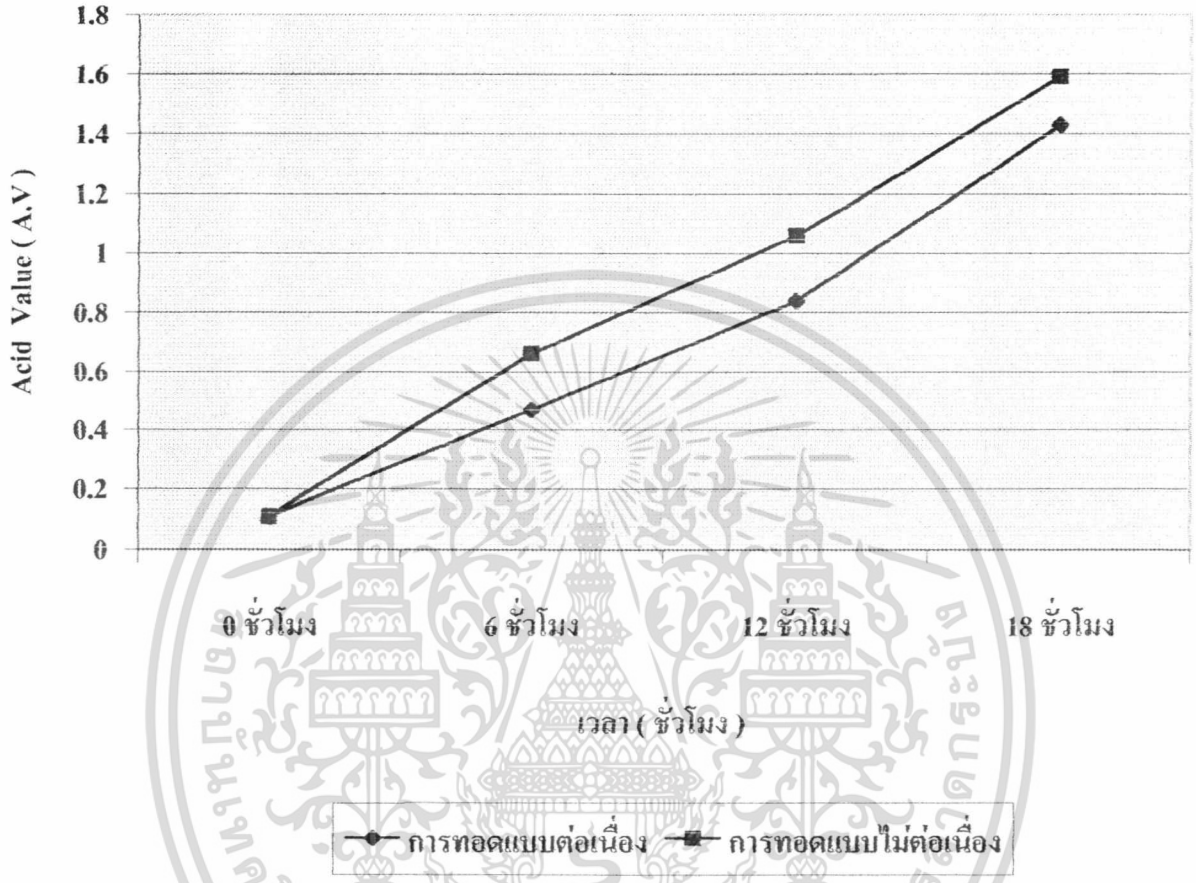
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงค่าไอโอดีนของการทอดแบบต่อเนื่องและการทอดแบบไม่ต่อเนื่อง

จากการเปรียบเทียบคุณสมบัติที่ตรวจสอบระหว่างน้ำมันที่ทอดแบบต่อเนื่องและแบบไม่ต่อเนื่องโดยการเขียนกราฟค่าไอโอดีนดังแสดงในกราฟรูปที่ 4.1 นั้นพบว่าการลดลงของค่าไอโอดีนของน้ำมันที่ทอดทั้ง 2 แบบมีรูปแบบเหมือนกัน แต่ค่าที่ตรวจสอบที่เวลาเดียวกันของน้ำมันที่ทอดแบบไม่ต่อเนื่องมีค่าต่ำกว่าเล็กน้อย

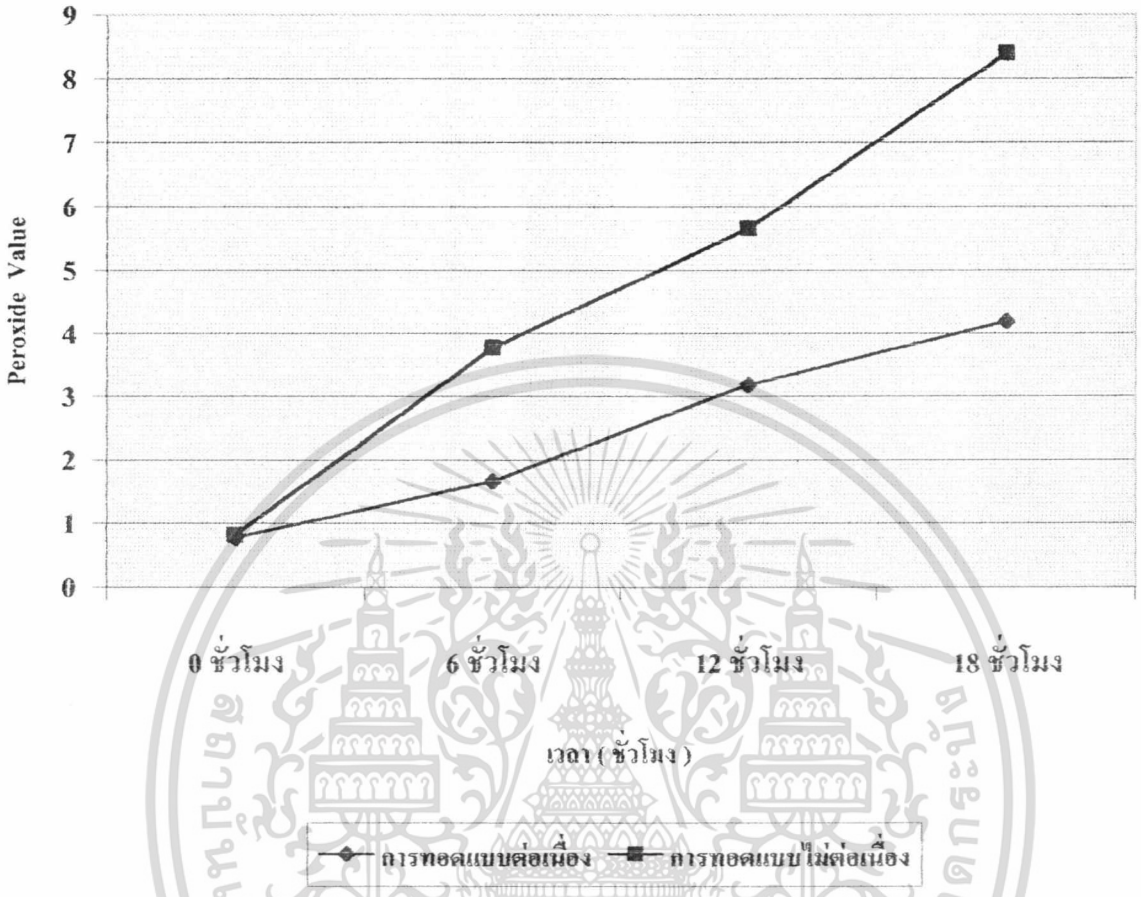
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงปริมาณกรดไขมันอิสระของการทอดแบบต่อเนื่องและการทอดแบบไม่ต่อเนื่อง

ปริมาณกรดไขมันอิสระมีผลต่อคุณภาพของน้ำมันโดยตรง เมื่อน้ำมันมีปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มมากขึ้นแสดงว่าน้ำมันมีคุณภาพลดต่ำลงและถ้าปริมาณกรดไขมันอสระสูงมากจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค จากกราฟรูปที่ 4.2 การทอดแบบต่อเนื่องจะมีปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำกว่าการทอดแบบไม่ต่อเนื่องเมื่อเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ทอดเท่ากัน ซึ่งเมื่อใช้ระยะเวลาในการทอดนานขึ้นปริมาณกรดไขมันอิสระก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

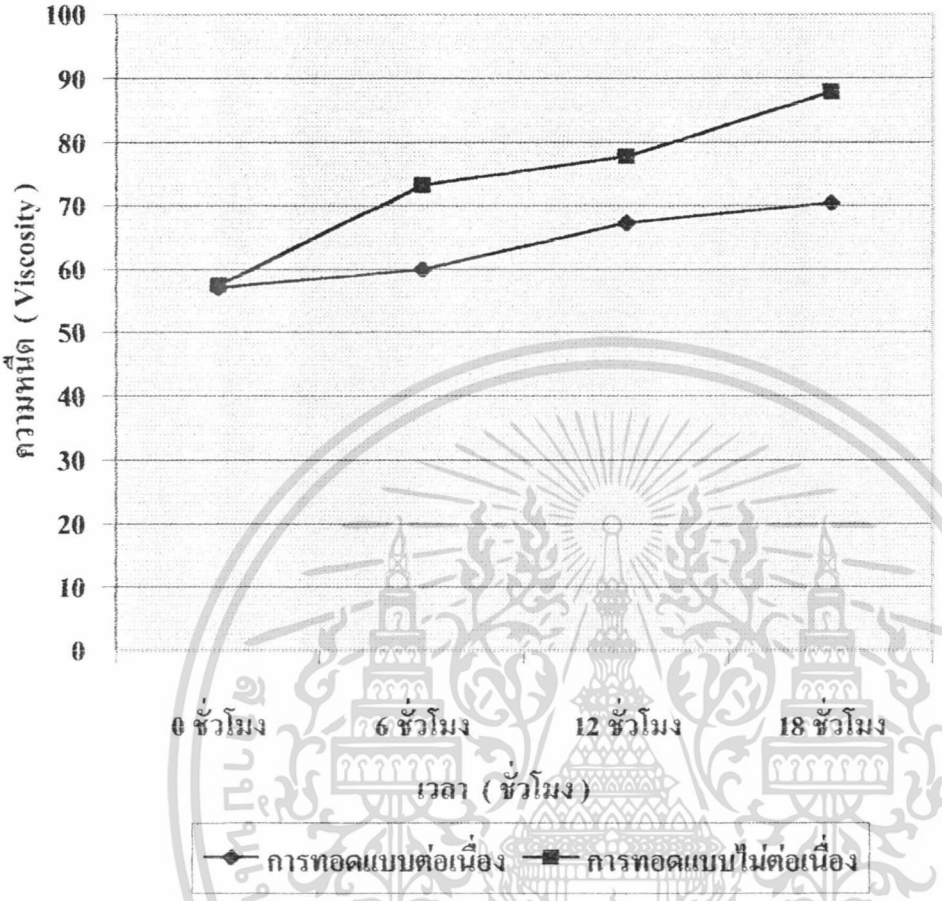
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงปริมาณ peroxide value ของการทอดแบบต่อเนื่องและการทอดแบบไม่ต่อเนื่อง

ค่า peroxide value เป็นค่าที่ใช้ชี้ถึงคุณภาพของน้ำมันเช่นกัน เมื่อน้ำมันมีปริมาณของ peroxide สูงแสดงว่าน้ำมันมีคุณภาพลดต่ำลงมีกลิ่นเหม็นหืนเกิดขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นและรสชาติเปลี่ยนแปลงไป จากกราฟการทอดแบบต่อเนื่องจะมีปริมาณค่า peroxide valueที่ 6 ชั่วโมง 12 ชั่วโมง และ 18 ชั่วโมงต่ำกว่าการทอดแบบไม่ต่อเนื่องดังแสดงในกราฟรูปที่ 4.3

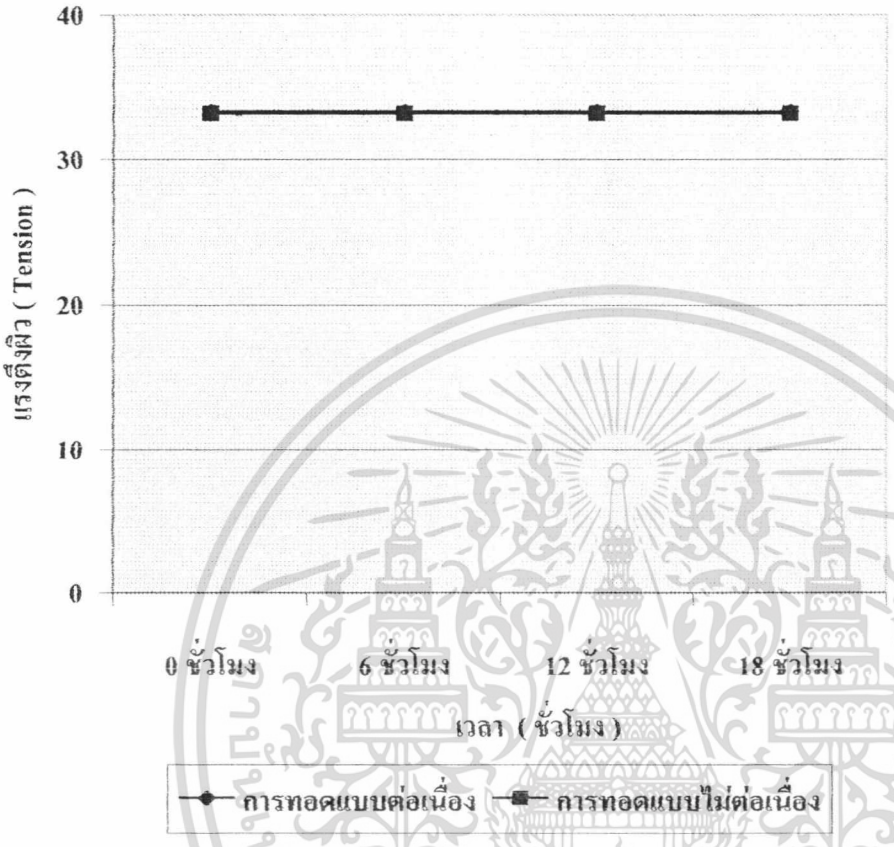
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงค่าความหนืดของน้ำมันที่มีการทอดแบบต่อเนื่องและการทอดแบบไม่ต่อเนื่อง

จากกราฟรูปที่ 4.4 เมื่อมีการให้ความร้อนกับน้ำมันเป็นเวลานานโมเลกุลของน้ำมันจะถูกทำให้แตกออก (break down) ความหนืดของน้ำมันที่ใช้แล้วจะเพิ่มขึ้นเมื่อปฏิกิริยา Oxidation และ Polymerization เพิ่มขึ้น และจะทำให้น้ำมันเกิดเป็นฟอง (Foaming) บนผิวน้ำมันและมีสารหนืด (gumming) เกาะอยู่กะทะทอด เมื่อน้ำมันมีความหนืดเพิ่มนั้นแสดงว่าน้ำมันมีคุณภาพลดต่ำลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงค่าแรงตึงผิวของน้ำมันที่มีการทอดแบบต่อเนื่องและการทอดแบบไม่ต่อเนื่อง

จากกราฟรูปที่ 4.5 ค่าแรงตึงผิวมีค่าคงที่ตลอดไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการให้ความร้อนกับน้ำมันที่มีการทอดแบบต่อเนื่องและแบบไม่ต่อเนื่อง แสดงว่าการทอดทั้ง 2 แบบและเวลาที่นานขึ้น ไม่ได้มีผลต่อค่าแรงตึงผิวของน้ำมันที่ใช้ทอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

ศึกษาผลของเวลาในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying มีการทอดแบบต่อเนื่องโดยจะให้ความร้อนต่อเนื่องติดต่อกันเป็นเวลา 18 ชั่วโมงและการทอดแบบไม่ต่อเนื่องให้ความร้อนเป็นเวลา 1 ชั่วโมงแล้วพักให้เย็นที่อุณหภูมิห้องแล้วจึงให้ความร้อนอีกมีการตรวจสอบคุณภาพของน้ำมันทุก ๆ 6 ชั่วโมงและวิเคราะห์คุณภาพโดยการตรวจสอบ

1. ค่าไอโอดีน (Iodine Value หรือ Iodine Number) ซึ่งค่าไอโอดีนของน้ำมันคือจำนวนกรัมของไอโอดีนที่ทำปฏิกิริยากับพันธะคู่ (double bond) ในน้ำมันจำนวน 100 กรัม

ค่าไอโอดีนของน้ำมันแต่ละชนิดมีค่าแตกต่างขึ้นอยู่กับชนิดของกรดไขมันในโมเลกุลของน้ำมัน กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่เป็นส่วนประกอบของน้ำมันจะทำปฏิกิริยากับไอโอดีนที่ตำแหน่งพันธะคู่ของโมเลกุล โดยปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ในที่มืดไม่มีแสง ถ้ามีจำนวนพันธะคู่มากไอโอดีนจะถูกดูดซับ (absorb) มาก ดังนั้นจึงใช้ค่าไอโอดีนเป็นตัวบ่งชี้ degree of unsaturation ของกรดไขมันที่ประกอบอยู่ในโมเลกุลของไขมันหรือน้ำมัน ค่าไอโอดีนของไขมันหรือน้ำมันแต่ละชนิดจะคงที่ ยกเว้นเมื่อไขมันหรือน้ำมันเกิด oxidative rancidity จะทำให้ค่าไอโอดีนลดลง

จากการศึกษา ค่าไอโอดีนของน้ำมันที่ผ่านการทอดแบบต่อเนื่องและการทอดแบบไม่เนื่องที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง , 12 ชั่วโมง และ 18 ชั่วโมง ดังแสดงในกราฟที่ 4.1 พบว่าค่าไอโอดีนของน้ำมันที่ผ่านการทอดแบบไม่ต่อเนื่องและการทอดแบบต่อเนื่องมีแนวโน้มลดลง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีที่กล่าวไว้ข้างต้น เมื่อไขมันหรือน้ำมันเกิด oxidative rancidity อันเนื่องมาจากออกซิเจนและความร้อนจะทำให้ค่าไอโอดีนลดลง และทำให้น้ำมันมีคุณภาพลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น

2. ค่า Acid Value (A.V) หรือ Free Fatty Acid (FFA) ค่า Acid Value ที่วิเคราะห์ได้เป็นตัวบ่งชี้ว่าไตรกลีเซอไรด์ที่มีอยู่ในไขมันหรือน้ำมันถูกทำลายด้วยเอนไซม์ไลเปสเป็นกรดไขมันอิสระมากน้อยเพียงใด นอกจากนี้ยังสามารถถูกทำลายในสภาวะที่มีความร้อนสูงร่วมกับน้ำที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ในระหว่างทอด ถ้าค่า A.V สูง แสดงว่าไตรกลีเซอไรด์ถูกทำลายเป็นกรดไขมันอิสระมาก แสดงว่ามีการหืนชนิด hydrolytic rancidity เกิดขึ้นแก่ไขมันหรือน้ำมันนั้น ความร้อน ความชื้น และแสงช่วยให้การหืนเกิดได้เร็วขึ้น

จากการศึกษา ค่า Acid Value ของน้ำมันที่ผ่านการทอดแบบต่อเนื่องและการทอดแบบไม่ต่อเนื่องที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง , 12 ชั่วโมงและ 18 ชั่วโมง ดังแสดงในกราฟที่ 4.2 พบว่าเมื่อระยะเวลาในการให้ความร้อนเพิ่มขึ้น ค่า Acid Value เพิ่มขึ้นด้วย น้ำมันที่ผ่านการทอดแบบไม่ต่อเนื่องจะมีค่า Acid Value สูงกว่าน้ำมันที่ผ่านการทอดแบบต่อเนื่อง แสดงว่าการให้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบไม่เนื่องทำให้มีปริมาณกรดไขมันอิสระมาก จะมีกลิ่นเหม็นหืนเกิดขึ้นเนื่องจากมีระยะเวลาในการสัมผัสกับความร้อนและออกซิเจนนานกว่าการทอดแบบต่อเนื่อง

3. ค่า Peroxide Value ที่วิเคราะห์ได้เป็นตัวบ่งชี้ปริมาณของ peroxide ซึ่งเมื่อไขมันเกิด oxidative rancidity จะเกิด peroxide มีกลิ่นเหม็นหืนเกิดขึ้น

จากการศึกษาค่า peroxide value ของน้ำมันที่ผ่านการทอดแบบต่อเนื่องและการทอดแบบไม่ต่อเนื่องที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง 12 ชั่วโมงและ 18 ชั่วโมง พบว่าเมื่อระยะเวลาในการให้ความร้อนเพิ่มขึ้น ค่า peroxide value จะเพิ่มขึ้นด้วย น้ำมันที่ให้ความร้อนแบบไม่ต่อเนื่องจะมีค่า peroxide value เพิ่มขึ้นมากกว่าน้ำมันที่ให้ความร้อนแบบต่อเนื่อง แสดงว่าการให้ความร้อนแบบไม่ต่อเนื่องจะทำให้มีปริมาณ peroxide สูง น้ำมันมีการเหม็นหืนมาก คุณภาพของน้ำมันลดต่ำลงเนื่องการทอดแบบไม่ต่อเนื่องมีระยะเวลาในการสัมผัสกับความร้อนและออกซิเจนมากกว่าทำให้น้ำมันเสื่อมคุณภาพได้เร็วกว่าการทอดแบบต่อเนื่อง

4. ความหนืด (Viscosity) จากการทดลองวัดความหนืดของน้ำมันโดยการใช้เครื่อง Brookfield viscometer น้ำมันที่ผ่านการทอดแบบต่อเนื่องที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง 12 ชั่วโมงและ 18 ชั่วโมง ดังแสดงในกราฟที่ 4.4 พบว่าเมื่อมีการให้ความร้อนกับน้ำมันจะทำให้น้ำมันมีความหนืดมากขึ้น ความหนืดเป็นตัวที่วัดคุณภาพของน้ำมันในการทอดอาหาร น้ำมันที่ใช้แล้วจะถูกทำให้โมเลกุลแตกออกโดยความร้อนและอากาศในขณะทอด ความหนืดของน้ำมันที่ใช้แล้วจะเพิ่มขึ้นเมื่อปฏิกิริยา oxidation และ polymerization เพิ่มขึ้น จะทำให้น้ำมันเกิดเป็นฟองบนผิวน้ำมันและมีสารหนืด (gumming) เกาะอยู่ในกะทะทอด

จากการศึกษาการทอดแบบไม่ต่อเนื่อง น้ำมันจะมีค่าความหนืดมากกว่าการทอดแบบต่อเนื่อง แสดงว่าการทอดแบบไม่เนื่องจะทำให้คุณภาพด้อยกว่าการทอดแบบต่อเนื่อง

5. สี (Colour) สีของน้ำมันเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของน้ำมัน สีเหลืองอ่อนหรือเกือบไม่มีเลยมีคุณภาพดีกว่าสีเข้ม

จากการทดลองวัดสีของน้ำมันโดยใช้ Lovibond Tintometer พบว่าน้ำมันที่ผ่านการให้ความร้อนแบบต่อเนื่องและการให้ความร้อนแบบไม่ต่อเนื่อง น้ำมันที่ทอดติดต่อกัน 6 ชั่วโมงมีสีส้มเข้ม เมื่อสังเกตสีของน้ำมันที่ให้ความร้อน 12 ชั่วโมงมีสีน้ำตาลอ่อน และเมื่อสังเกตสีของน้ำมันที่ให้ความร้อน 18 ชั่วโมงมีสีน้ำตาลเข้ม เมื่อให้ความร้อนแก่น้ำมันเป็นระยะเวลานาน ๆ สีของน้ำมันจะมีสีเข้มขึ้นแสดงว่าระยะเวลาในการให้ความร้อนนานขึ้นน้ำมันจะมีสีเข้มขึ้น คุณภาพของน้ำมันจะลดต่ำลงให้ผลเหมือนกันทั้งการทอดแบบต่อเนื่องและการทอดแบบไม่ต่อเนื่อง

6. แรงตึงผิว (Surface Tension) จากผลการทดลองวัดแรงตึงผิวของน้ำมันโดยการใช้เครื่อง Tensionmeter พบว่าค่าแรงตึงผิวของน้ำมันที่ผ่านการให้ความร้อนแบบต่อเนื่องและแบบไม่ต่อเนื่องมีค่าคงที่เมื่อมีการให้ความร้อนเป็นระยะเวลานานขึ้น แสดงว่าการทอดทั้ง 2 แบบและระยะเวลาที่ใช้ในการทอดไม่ได้มีผลต่อค่าแรงตึงผิวของน้ำมันที่ใช้ทอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการสังเกต พบว่าน้ำมันที่ผ่านการทอดแบบต่อเนื่องมีควันเกิดขึ้นที่ชั่วโมงที่ 14 ส่วนน้ำมันที่ผ่านการทอดแบบไม่ต่อเนื่องมีควันเกิดขึ้นที่ชั่วโมงที่ 10 และพบสารหนืดเกาะอยู่บริเวณก้นกะทะทอด ตะแกรงทอดที่ระยะเวลาที่ 6 ชั่วโมงเมื่อให้ความร้อนนานขึ้นมีสารเกิดขึ้นตลอดจึงทำให้น้ำมันมีความหนืดเพิ่มขึ้น

การทอดแบบต่อเนื่อง สีของผลิตภัณฑ์จะมีสีเข้มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงชั่วโมงที่ 14 สีของผลิตภัณฑ์มีสีเข้มมาก มีกลิ่นหืนเกิดขึ้น และมีควันเกิดขึ้น จากการสังเกตพบว่าผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

การทอดแบบไม่ต่อเนื่อง สีของผลิตภัณฑ์จะมีสีเข้มขึ้นเรื่อย ๆ เช่นกัน จนกระทั่งถึงชั่วโมงที่ 10 สีของผลิตภัณฑ์มีสีเข้มมาก มีกลิ่นเหม็นหืนเกิดขึ้น และมีควันเกิดขึ้น จากการสังเกตพบว่าผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการทดลอง

1.น้ำมันที่ผ่านการทอดแบบไม่ต่อเนื่องจะเกิดการเสื่อมเสียเร็วกว่าน้ำมันที่ผ่านการทอดแบบต่อเนื่อง เนื่องจากระยะเวลาที่น้ำมันสัมผัสกับความร้อนและอากาศนานกว่าและทุกครั้งที่น้ำมันเย็นตัวลงออกซิเจนในอากาศจะละลายในน้ำมันเพิ่มขึ้น จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาในอัตราสูงกว่าซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีความสำคัญในการทำให้น้ำมันเสื่อมเสียคุณภาพ

2.ชนิดของการทอด และระยะเวลาที่ใช้ในการทอดนานขึ้นไม่ได้มีผลต่อค่าแรงตึงผิวของน้ำมันที่ใช้ทอด

3.น้ำมันที่เกิดการเสื่อมเสียจะมีกลิ่นเหม็นหืนเกิดขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งการหืนเป็นผลทำให้คุณค่าทางโภชนาการของน้ำมันลดลงด้วย และไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคด้วย

4.น้ำมันที่ผ่านการทอดแบบต่อเนื่องโดยใช้มันฝรั่ง (French Fry) จะเกิดการเสื่อมเสียที่ชั่วโมงที่ 14 เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงของสีผลิตภัณฑ์มีสีเข้ม และมีกลิ่นเหม็นหืน น้ำมันที่ใช้ทอดเกิดควันขึ้นและพบสารหนืดเกาะอยู่บนตะแกรง ส่วนน้ำมันที่ทอดแบบไม่ต่อเนื่องจะเกิดการเสื่อมเสียที่ชั่วโมงที่ 10 พบการเปลี่ยนแปลงของสีของมันฝรั่งมีสีเข้ม มีกลิ่นเหม็นหืน น้ำมันเกิดควันและฟองขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2531. **กระบวนการแปรรูปอาหาร.** ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพ ฯ.

กองวิเคราะห์อาหาร. 2530. **น้ำมันปรุงอาหาร.** วารสารอาหาร ปีที่ 17 ฉ. 4 ตุลาคม - มีนาคม. กองวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. กรุงเทพ ฯ.

มณฑาทิพย์ ยุ่นฉลาด. 2535 . **คุณภาพของน้ำมันทอด.** วารสารอาหาร ปีที่ 22 ฉ. 2 เมษายน – มิถุนายน . สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ศศิเกษม ทองยงค์ และ พรรณี เดชกำแหง. 2530. **เคมีอาหารเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 1. โอ เอส พริ้นติ้งเฮาส์. กรุงเทพ ฯ.

สมบัติ ขอทวีวัฒนา. 2528. **เทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์กึ่งอาหาร.** ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ ฯ.

อรวินท์ โทรกี และประชา บุญญสิริกุล. 2519. **ไขมันและน้ำมัน.** วารสารอาหาร ปีที่ 8 ฉ.1 มกราคม - มีนาคม. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ ฯ.

Smith , O . and Davis , Carl , O . 1968 . **Potato Processing ,** Potato Production , Storing, Processing , Ari Westport , Connecticut ., 559 – 569.

Stevenson , S.G. , M. Vaisey - Genser and N.A.M. Eskin ,**Effects of Sugar , Salt and Water on Soybean Oil Quality During Deep – Frying .** Journal American oil Chemestry Sociation 61 : 1102 (1984) .

Yan- Hwa Chu , **Quality Control in the Use of Deep Frying Oils ,** Journal American oil Chemestry 68: 379 (1991).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวกที่ ก

วิธีวิเคราะห์ค่าไอโอดีน(Iodine number)

1.ชั่งน้ำมันตัวอย่าง (ใช้ประมาณ 5 – 10 หยด) ชั่งอย่างถูกต้องที่สุดด้วยทศนิยม 4 ตำแหน่ง ซึ่งอุณหภูมิของตัวอย่างน้ำมัน 25 มิลลิลิตร ใส่ลงในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร

2 เติมคาร์บอนเตตระคลอไรด์ลงไป 10 มิลลิลิตร (ใช้กระบอกตวง)ใส่ลงในฟลากส์ตัวอย่างและblank เขย่าให้น้ำมันละลายโดยวิธีแกว่งฟลากส์ไปรอบ ๆ

3. เติมสารละลาย Wijs ลงไป 20 มิลลิลิตร โดยใช้ปิเปตที่แห้งสนิทและใช้ pipette filler เขย่าฟลากส์ไปรอบ ๆ อย่างรวดเร็วปิดจุกและเก็บในที่มืดทันที

4 . เติมสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ลงไป 15 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตรเขย่าให้เข้ากัน

5.นำไปไตรเตรทหาปริมาณไอโอดีนที่เหลือด้วยสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.1 โมล่าร์ ขณะทำการไตเตรทต้องเขย่าฟลากส์จนมีสีเหลืองอ่อนจึงหยุดไตเตรท

6. เติมน้ำแป้งลงไป 2 – 3 หยด เพื่อเป็นอินดิเคเตอร์ เขย่าสารละลายในฟลาสก์จนกลายเป็นสีฟ้า ทำการไตเตรทต่ออย่างช้า ๆ และระมัดระวังและต้องเขย่าอยู่ตลอดเวลาไตเตรทต่อจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นไม่มีสี

7. จดปริมาตรของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้กับน้ำมันตัวอย่างมีค่าเท่ากับ a มิลลิลิตร และที่ใช้กับ blank มีค่าเท่ากับ b มิลลิลิตร ถ้า a – b มากกว่า b/2 ต้องทำการทดลองใหม่ โดยใช้น้ำมันตัวอย่างให้น้อยลง

$$\text{ค่าไอโอดีน} = \frac{(b-a) \times 1.269}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้เป็นกรัม}}$$

a = ปริมาตรเป็นมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ที่ใช้ในการไตเตรตกับน้ำมันตัวอย่าง

b = ปริมาตรเป็นมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไธ"อซัลเฟตความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ที่ใช้ในการไตเตรตกับ blank

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

วิธีการวิเคราะห์ Acid value (A.V.) หรือ Free fatty acid (FFA)

1. เตรียมตัวทำละลายผสมโดยใช้ไดเอธิลอีเทอร์ 25 มิลลิลิตร รวมกับเอธิลแอลกอฮอล์ 25 มิลลิลิตร

2. เตรียมสารละลายฟีนอฟทาลีน ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ลงไป 1 มิลลิลิตรค่อย ๆ ไตเตรทตัวทำละลายผสมให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

3. ชั่งน้ำมันตัวอย่างให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน(ใช้ประมาณ 2 – 5)อุณหภูมิตัวอย่างของน้ำมัน 25 ^{o}c ใส่ในฟลาสก์ขนาด 10 มิลลิลิตรที่แห้งสนิท

4.เทตัวทำละลายผสมที่เป็นกลางลงไปละลายน้ำมันตัวอย่างไตรเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 โมลาร์

5. เขย่าขณะทำการไตรเตรทจนกระทั่งได้สีชมพู ซึ่งคงตัวอยู่นานเกิน 15 นาที

6.จดปริมาตรด่างที่ใช้ การไตรเตรทไม่ควรใช้สารละลายด่างเกิน 10 มิลลิลิตร ถ้าใช้มากกว่า 10 มิลลิลิตร ต้องทำการทดลองใหม่ โดยใช้น้ำมันตัวอย่างให้น้อยลง

$$\text{Acid Value} = \frac{V \times 5.61}{W}$$

V = จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ที่ใช้

W = น้ำหนักของน้ำมันตัวอย่างที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

วิธีวิเคราะห์ Peroxide value

1. ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม ใส่ใน Erlenmeyer flask
2. เติม HOAC – CH_3Cl_3 30 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลาย
3. เติมสารละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์ที่อิ่มตัว 0.5 มิลลิลิตร แล้วเขย่าอีก 1 นาที
4. เติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร
5. เติม 1 % น้ำแป้ง 0.5 มิลลิลิตร
6. Titrate ด้วย 0.1 N NaS_2O_3 พร้อมเขย่าจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นไม่มีสี

คำนวนหาค่า Peroxide Value

$$\text{PV, milliequivalent peroxide / kg sample} = \frac{\text{ml} \times \text{N} \times 1000}{\text{g sample}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ ง.1 ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าไอโอดีนของน้ำมันที่ทอดแบบต่อเนื่องในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying

	SS	Df	MS	F	Sig.
Between Groups	4686.930	3	1562.310	56.699	.000 *
Within Groups	220.437	8	27.555		
Total	4907.367	11			

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ง.2 ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนของ Acid Value ของน้ำมันที่ทอดแบบต่อเนื่องในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying

	SS	Df	MS	F	Sig.
Between Groups	2.875	3	0.958	82.448	.000 *
Within Groups	9.300×10^{2}	8	1.163×10^{2}		
Total	2.968	11			

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.3 ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนของ Peroxide Value ของน้ำมันที่ทอดแบบต่อเนื่องในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying

	SS	Df	MS	F	Sig.
Between Groups	21.036	3	7.012	251.097	.000 *
Within Groups	.223	8	2.793×10^{2}		
Total	21.259	11			

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ง.4 ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนของความหนืดของน้ำมันที่ทอดแบบต่อเนื่องในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying

	SS	Df	MS	F	Sig.
Between Groups	325.943	3	108.648	3.692	.062 ns
Within Groups	235.420	8	29.437		
Total	561.363	11			

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.5 ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าไอโอดีนของน้ำมันที่ทอดแบบไม่ต่อเนื่องในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying

	SS	Df	MS	F	Sig.
Between Groups	3825.627	3	1275.209	192.527	.000 *
Within Groups	52.988	8	6.624		
Total	3878.616	11			

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ง.6 ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนของ Acid Value ของน้ำมันที่ทอดแบบไม่ต่อเนื่องในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying

	SS	Df	MS	F	Sig.
Between Groups	3.574	3	1.191	84.749	.000 *
Within Groups	.112	8	1.406×10^{2}		
Total	3.687	11			

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.7 ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนของ Peroxide Value ของน้ำมันที่ทอดแบบไม่ต่อเนื่องในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying

	SS	Df	MS	F	Sig.
Between Groups	91.239	3	30.413	510.714	.000 *
Within Groups	.476	8	5.955×10^{2}		
Total	91.715	11			

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ง.8 ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนของความหนืดของน้ำมันที่ทอดแบบไม่ต่อเนื่องในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying

	SS	Df	MS	F	Sig.
Between Groups	1437.829	3	479.276	16.452	.001 *
Within Groups	233.053	8	29.132		
Total	1670.883	11			

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.9 ตารางแสดงผลทางสถิติของน้ำมันที่ทอดแบบต่อเนื่องในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying

Dependent Variable		(I) Factor	(J) Factor	Mean Difference (I – J)	Std.Error	Sig.	95 % Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
ค่าไอโอดีน	LSD	1.00	2.00	31.5967 *	4.286	.000	21.7132	41.4802
			3.00	43.2000 *	4.286	.000	33.3165	53.0835
			4.00	52.3200 *	4.286	.000	42.4365	62.2035
		1.00	2.00	-31.5967*	4.286	.000	-41.4802	-21.7132
			3.00	11.6033*	4.286	.027	1.7198	21.4868
			4.00	20.7233*	4.286	.001	10.8398	30.6068
		3.00	1.00	-43.2000*	4.286	.000	-53.0835	-33.3165
			2.00	-11.6033*	4.286	.027	-21.4868	-1.7198
			4.00	9.1200	4.286	.066	-.7635	19.0035
		4.00	1.00	-52.3200*	4.286	.000	-62.2035	-42.4365
			2.00	20.7233*	4.286	.001	-30.6068	-10.8398
			3.00	-9.1200	4.286	.066	-19.0035	.7635
Acid Value	LSD	1.00	2.00	-.3567*	.088	.004	-.5597	-.1537
			3.00	-.7267*	.088	.000	-.9297	-.5237
			4.00	-1.3233*	.088	.000	-1.5263	-1.1203
		1.00	2.00	.3567*	.088	.004	.1537	.5597
			3.00	-.3700*	.088	.003	-.5730	-.1670
			4.00	-.9667*	.088	.000	-1.1697	-.7637
		3.00	1.00	.7267*	.088	.000	.5237	.9297
			2.00	.3700*	.088	.003	.1670	.5730
			4.00	-.5967*	.088	.000	-.7997	-.3937
		4.00	1.00	1.3233*	.088	.000	1.1203	1.5263
			2.00	.9667*	.088	.000	.7637	1.1697
			3.00	.5967*	.088	.000	.3937	.7997

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dependent Variable		(I) Factor	(J) Factor	Mean Difference (I – J)	Std.Error	Sig.	95 % Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
Peroxide Value	LSD	1.00	2.00	-.8900*	.136	.000	-1.2046	-.5754
			3.00	-2.4133*	.136	.000	-2.7280	-2.0987
			4.00	-3.4200*	.136	.000	-3.7346	-3.1054
		1.00	2.00	.8900*	.136	.000	.5754	1.2046
			3.00	-1.5233*	.136	.000	-1.8330	-1.12087
			4.00	-2.5300*	.136	.000	-2.8446	-2.2154
		3.00	1.00	2.4133*	.136	.000	2.0987	2.7280
			2.00	1.5233*	.136	.000	1.2087	1.8380
			4.00	-1.0067*	.136	.000	-1.3213	-.6920
		4.00	1.00	3.4200*	.136	.000	3.1054	3.7346
			2.00	2.5300*	.136	.000	2.2154	2.8446
			3.00	1.0067*	.136	.000	.6920	1.3213
ความหนืด	LSD	1.00	2.00	-2.8667	4.429	.536	-13.0806	7.3472
			3.00	-10.0000	4.429	.054	-20.2139	.2139
			4.00	-12.9000*	4.429	.020	-23.1139	-2.6861
		1.00	2.00	2.8667	4.429	.536	-7.3472	13.0806
			3.00	-7.1333	4.429	.146	-17.3472	3.0806
			4.00	-2.9000	4.429	.053	-20.2472	.1806
		3.00	1.00	10.0000	4.429	.054	-.2139	20.2139
			2.00	7.1333	4.429	.146	-3.0806	17.3472
			4.00	-2.9000	4.429	.531	-13.1139	7.3139
		4.00	1.00	12.9000*	4.429	.020	2.6891	23.1139
			2.00	10.0333	4.429	.053	-.1806	20.2472
			3.00	2.90000	4.429	.531	-7.3139	13.1139

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.10 ตารางแสดงผลทางสถิติของน้ำมันที่ทอดแบบไม่ต่อเนื่องในระหว่างการทอดชนิด Deep – Fat Frying

Dependent Variable		(I) Factor	(J) Factor	Mean Difference (I – J)	Std.Error	Sig.	95 % Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
ค่าไอโอดีน	LSD	1.00	2.00	25.4667*	2.101	.000	20.6209	30.3124
			3.00	37.7400*	2.101	.000	32.8943	42.5887
			4.00	47.7533*	2.101	.000	42.9076	52.5991
		1.00	2.00	-25.4667*	2.101	.000	-30.3124	-20.6209
			3.00	12.2733*	2.101	.000	7.4276	17.1191
			4.00	22.2867*	2.101	.000	17.4409	27.1324
		3.00	1.00	-37.7400*	2.101	.000	-42.5857	-32.8943
			2.00	-12.2733*	2.101	.000	-17.1191	-7.4276
			4.00	10.0133*	2.101	.001	5.1676	14.8591
		4.00	1.00	-47.7533*	2.101	.000	-52.5991	-42.9076
			2.00	-22.2867*	2.101	.000	-27.1324	-17.4409
			3.00	-10.0133*	2.101	.001	-14.8591	-5.1676
Acid Value	LSD	1.00	2.00	-.5500*	.097	.000	-.7732	-.3268
			3.00	-9.533*	.097	.000	-1.1766	-.7301
			4.00	-1.4900*	.097	.000	-1.7132	-.2668
		1.00	2.00	.5500*	.097	.000	.3268	.7732
			3.00	-.4033*	.097	.003	-.6266	-.1801
			4.00	-.9400*	.097	.000	-1.1632	-.7168
		3.00	1.00	.9533*	.097	.000	.7301	1.1766
			2.00	.4033*	.097	.003	.1801	.6266
			4.00	-.5367*	.097	.001	-.7599	-.3134
		4.00	1.00	1.4900*	.097	.000	1.2668	1.7132
			2.00	.9400*	.097	.000	.7168	1.1632
			3.00	.5367*	.097	.001	.3134	.7599

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dependent Variable		(I) Factor	(J) Factor	Mean Difference (I – J)	Std.Error	Sig.	95 % Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
Peroxide Value	LSD	1.00	2.00	-2.9600*	.199	.000	-3.4195	-2.5005
			3.00	-4.8300*	.199	.000	-5.2895	-4.3705
			4.00	-7.5700*	.199	.000	-8.0295	-7.1105
		1.00	2.00	2.9600*	.199	.000	-2.5005	3.4195
			3.00	-1.8700*	.199	.000	-2.3295	-1.4105
			4.00	-4.6100*	.199	.000	-5.0695	-4.1505
		3.00	1.00	4.8300*	.199	.000	4.3705	5.2895
			2.00	1.8700*	.199	.000	1.4105	2.3295
			4.00	-2.7400*	.199	.000	-3.1995	-2.2805
		4.00	1.00	7.5700*	.199	.000	7.1105	8.0295
			2.00	4.6100*	.199	.000	4.1505	5.0695
			3.00	2.7400*	.199	.000	2.2805	3.1995
ความหนืด	LSD	1.00	2.00	-15.7333*	4.407	.007	-25.9858	-5.5709
			3.00	-20.2667*	4.407	.002	-30.4291	10.1042
			4.00	-30.3667*	4.407	.000	-40.5291	-20.2042
		1.00	2.00	15.7333*	4.407	.007	5.5709	25.8958
			3.00	-4.5333	4.407	.334	-14.6958	5.6291
			4.00	-14.6333*	4.407	.011	-24.7958	-4.4709
		3.00	1.00	20.2667*	4.407	.002	10.1042	30.4291
			2.00	4.5333	4.407	.334	-5.6291	14.6958
			4.00	-10.1000	4.407	.051	-20.2624	6.24×10^{2}
		4.00	1.00	30.3667*	4.407	.000	20.2042	40.5291
			2.00	14.6333*	4.407	.011	4.4709	24.7958
			3.00	10.1000	4.407	.051	-6.24×10^{2}	20.2624

*** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาววรรณพร ซองธูป เกิดเมื่อวันที่ 4 สิงหาคม พ. ศ. 2521 จบการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงจากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยาหันตรา เมื่อปี 2541 ปัจจุบันศึกษาอยู่ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาวสุภาวดี อินทร์เขียว เกิดเมื่อวันที่ 19 สิงหาคม พ.ศ. 2521 จบการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงจากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตลำปาง เมื่อปี 2541 ปัจจุบันศึกษาอยู่ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้