16670

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของการเคลือบแป้งและเคลือบขนมปังต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และของน้ำมันระหว่างการทอดแบบ Deep Fat Frying

(Effect of battering and breading on product and oil quality during Deep Fat Frying)

T096937

โดย

นายชาลี มลิซ้อน

นางสาวนภาพร พุฒขาว

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

17/ส.ค./43

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ดร.พอใจ ถามากร)

ปพ.
ส527ง
2543

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 96937
5 JUN 2003
วัน.เดือน.ปี.....

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของการเคลือบแป้งและเคลือบขนมปังต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์และน้ำมันระหว่างการทอดแบบ Deep Fat Frying

(Effect of battering and breading on product and oil quality during Deep Fat Frying)

เสนอโดย

นายชาลี มลิซ้อน **รหัสประจำตัว 41042067**

นางสาวนภาพร พุฒขาว **รหัสประจำตัว 41042068**

เสนอ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

(อุตสาหกรรมเกษตร) พ.ศ.2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชาลี มลิซ้อน และ นภาพร พุฒชาว. 2543. : ผลของการเคลือบแป้งและเคลือบขนมปังต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และของน้ำมันระหว่างการทอดแบบ Deep Fat Frying (Effect of battering and breading on product and oil quality during Deep Fat Frying) . ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.พอใจ ถามากร, 48 หน้า

การศึกษาผลของการเคลือบแป้งและการเคลือบขนมปังต่อคุณภาพของน้ำมันและผลิตภัณฑ์ในการทอดแบบน้ำมันท่วม (Deep Fat Frying) โดยให้ความร้อนติดต่อกัน 5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 190°C แล้วทิ้งน้ำมันให้เย็นที่อุณหภูมิห้องจึงเก็บตัวอย่างน้ำมันไปทำการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และทางกายภาพ จนใช้เวลาในการทอดครบ 40 ชั่วโมง มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อน้ำมัน คือ ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value) ค่าไอโอดีน(Iodine value) และค่าความเป็นกรด (Acid value) ของน้ำมันทอดไก่ที่ไม่มีการเคลือบมีอัตราการเปลี่ยนแปลงมากกว่าน้ำมันทอดไก่ที่มีแป้งและขนมปังเคลือบ ส่วนค่าความหนืด(Viscosity) และปริมาณน้ำมันที่ผิวผลิตภัณฑ์ (Surface oil content) ของน้ำมันทอดไก่ที่เคลือบขนมปังมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าน้ำมันทอดไก่ที่ไม่เคลือบและเคลือบแป้ง สำหรับสีของน้ำมันนั้นพบว่าจากการทอดที่ไม่เคลือบ, เคลือบแป้ง และเคลือบขนมปังเกิดการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ได้อยู่ ทางด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ไก่ทอด พบว่าไก่ที่เคลือบขนมปังจะมีลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัสดีกว่าเนื่องจากมีความชุ่มน้ำในเนื้อมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่เคลือบแป้งและไม่เคลือบแป้งตามลำดับ จากการทดลองวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวแปรที่ทดสอบได้แก่ ค่าไอโอดีน, ค่าความเป็นกรด, ค่าความหนืด และน้ำมันที่ผิวของผลิตภัณฑ์ พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างสูงทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99

.....	.....	.....
ลายมือนักศึกษา	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	วัน/เดือน/ปี

.....

ลายมือนักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ดร.พอใจ ถามากร เป็นอย่างสูง ที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ผศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์ ที่กรุณาเป็นกรรมการที่ปรึกษาและให้ความช่วยเหลือด้านการศึกษาอย่างดียิ่งตลอดมา

ขอขอบคุณ นางสาววชิราภรณ์ แดนติ ที่คอยไปหาข้อมูลการทำปัญหาพิเศษเป็นเพื่อนและช่วยล้างอุปกรณ์ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอขอบคุณ นายก้องเกียรติ อำไพ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ปรึกษาหารือ ทำให้การทำเอกสารมีความสะดวกมากขึ้น

ขอขอบคุณ เพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือให้ความร่วมมือ ทำให้การทดลองดำเนินไปได้ด้วยดีตลอด

สำหรับผู้ที่ไม่อาจลืมกราบขอบพระคุณได้เลยเพราะเป็นผู้สร้างและให้โอกาสแก่ผู้จัดทำได้มีปัญหาพิเศษและปริญญานี้ คือ คุณพ่อ คุณแม่ หากว่าปัญหาพิเศษฉบับนี้มีประโยชน์อยู่บ้าง ผู้จัดทำขออุทิศให้แก่บรรพบุรุษ และเจ้ากรรมนายเวร

นายชาลี มลิซ้อน
นางสาวนภาพร พุฒขาว
มีนาคม 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		ii
สารบาญตาราง		v
สารบาญภาพ		vi
บทที่		
1	บทนำ	1
	วัตถุประสงค์	1
2	วารสารปริทัศน์	2
	2.1 ไขมันและน้ำมัน	2
	2.2 กรดไขมัน	2
	2.3 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของไขมัน	5
	2.4 การเหม็นหืนของไขมัน (Rancidity)	10
	2.5 ไลโปลิซิส (Lipolysis)	12
	2.6 บทบาทของไขมันและน้ำมันในการประกอบอาหาร	13
	2.7 การทอด (Frying)	14
	2.8 การเปลี่ยนแปลงของน้ำมันระหว่างการทอด	15
	2.9 ผลของอาหารที่มีต่อน้ำมันที่ใช้ทอด	17
	2.10 การชุบแป้งและการชุบขนมปัง	17
3	วิธีการทดลอง	18
	3.1 วัตถุดิบ	18
	3.2 อุปกรณ์และสารเคมี	18
	3.3 วิธีการทดลอง	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	ผลการทดลอง	21
	4.1 ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value)	21
	4.2 ค่าไอโอดีน (Iodine value)	23
	4.3 ค่าความเป็นกรด (Acid value)	25
	4.4 ค่าความหนืด (Viscosity)	27
	4.5 ปริมาณน้ำมันที่ผิวผลิตภัณฑ์ (Surface Oil Content ; SOC)	29
	4.6 ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์	31
5	สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	36
	เอกสารอ้างอิง	37
	ภาคผนวก	38
	ภาคผนวก ก	39
	ภาคผนวก ข	43
	ภาคผนวก ค	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงกรดไขมันที่มีในอาหาร	3
2.2	แสดงชนิดและปริมาณของกรดไขมันในอาหาร (g/100)	4
2.3	แสดงจุดหลอมเหลวของกรดไขมันชนิดต่าง ๆ	6
2.4	อุณหภูมิที่เป็นควันของน้ำมันและไขมันชนิดต่าง ๆ	8
2.5	แสดงจุดที่เป็นควัน จุดวาบไฟ และจุดติดไฟของน้ำมันต่าง ๆ	9
2.6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิการเป็นควันและกรดไขมันอิสระ (FFA)	13
4.1	แสดงค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันที่ใช้ทอดไก่แบบไม่เคลือบ, เคลือบแป้ง และเคลือบขนมปังเป็นเวลา 40 ชั่วโมง	21
4.2	แสดงค่าไอโอดีนของน้ำมันที่ใช้ทอดไก่แบบไม่เคลือบ, เคลือบแป้ง และเคลือบขนมปังเป็นเวลา 40 ชั่วโมง	23
4.3	แสดงค่าความเป็นกรดของน้ำมันที่ใช้ทอดไก่แบบไม่เคลือบ, เคลือบแป้ง และเคลือบขนมปังเป็นเวลา 40 ชั่วโมง	25
4.4	แสดงค่าความหนืดของน้ำมันทอดไก่แบบไม่เคลือบ, เคลือบแป้ง และเคลือบขนมปังเป็นเวลา 40 ชั่วโมง	27
4.4	แสดงปริมาณน้ำมันที่ผิวผลิตภัณฑ์แบบไม่เคลือบ, เคลือบแป้ง และเคลือบขนมปังในการทอดเป็นเวลา 40 ชั่วโมง	29
4.5	แสดงลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ไม่เคลือบ, เคลือบแป้ง และเคลือบขนมปังที่ผ่านการทอดเป็นเวลา 40 ชั่วโมง	31
4.7	แสดงผลการทดลองการศึกษาผลของตัวชุบเคลือบต่อคุณภาพของน้ำมัน	33
4.8	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างการวิเคราะห์น้ำมันทอด	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แสดงปฏิกิริยาของเปอร์ออกไซด์	11
2.2	แสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการทอดแบบ Deep Fat Frying	16
3.1	แสดงขั้นตอนการทดลอง	20
4.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันกับระยะเวลาการทอด	22
4.2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าไอโอดีนของน้ำมันกับระยะเวลาการทอด	24
4.2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดของน้ำมันกับระยะเวลาการทอด	26
4.4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนืดของน้ำมันกับระยะเวลาการทอด	28
4.5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำมันที่ผิวผลิตภัณฑ์กับระยะเวลาการทอด	30

ภาพภาคผนวกที่

ก.1	ผลิตภัณฑ์ไก่ทอดแบบไม่มีตัวเคลือบ	39
ก.2	ผลิตภัณฑ์ไก่ทอดแบบมีตัวเคลือบขนมปัง	39
ก.3	ผลิตภัณฑ์ไก่ทอดแบบมีตัวเคลือบแป้ง	40
ก.4	การเปลี่ยนแปลงสีของน้ำมันทอด	40
ก.5	วัตถุดิบที่ใช้ในการหมักและทอดไก่	41
ก.6	หม้อทอดที่ใช้ทอดแบบ Deep Fat Frying	41
ก.7	เครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscimetr)	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

การทอดอาหารเป็นวิธีที่เก่าแก่วิธีหนึ่งในการประกอบอาหาร เป็นวิธีที่มีการนำเอาน้ำมันหรือไขมันมาใช้เป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน ซึ่งการประกอบอาหารโดยการทอดจะทำให้ชิ้นของอาหารสุกเร็วเนื่องจากน้ำมันมีจุดเดือดสูง และสามารถแทรกซึมเข้าสู่เนื้อในของอาหารได้ดี นอกจากนี้การทอดยังทำให้เกิดลักษณะของสี เนื้อสัมผัส กลิ่น และรสชาติของอาหาร ที่เป็นลักษณะเฉพาะของอาหารทอดเท่านั้น

น้ำมันที่ใช้ทอดก็จะมีการเสื่อมเสียตามปกติจากการให้ความร้อน หรือ ปฏิกิริยาต่างๆที่เกิดขึ้น ซึ่งนอกจากจะทำให้เกิดสารประกอบต่างๆขึ้นมากมายแล้ว ยังทำให้คุณสมบัติทางด้านกายภาพของน้ำมันเสียไป และทำให้คุณภาพของอาหารผ่านการทอดลดลงอีกด้วย

การทดลองนี้จะเป็นการศึกษาเกี่ยวกับผลขององค์ประกอบส่วนที่เป็นแป้งที่ใช้ชุบหรือขนมปังที่มีต่อคุณภาพของน้ำมัน และ ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทอดแบบน้ำมันท่วม (Deep- Fat Frying) ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมแปรรูปอาหารต่างๆที่ใช้กระบวนการทอดในการแปรรูปในด้านของคุณภาพน้ำมันและผลิตภัณฑ์

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาผลของตัวเคลือบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในการทอดแบบ Deep-Fat-Frying
2. ศึกษาผลของตัวเคลือบต่อคุณภาพของน้ำมันระหว่างการทอดแบบ Deep-Fat-Frying

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 ไขมันและน้ำมัน

ลิปิด เป็นกลุ่มสารประกอบอินทรีย์ที่มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดีในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว (non-polar) เช่นอีเทอร์ เบนซิน เฮกเซน ไดเอทธิลอีเทอร์ และชนิดที่มีขั้วเล็กน้อย (slightly polar) เช่น แอลกอฮอล์ และ อะซีโตน เป็นต้น

ไขมันและน้ำมันเป็นเอสเทอร์ของกรดไขมันกับกลีเซอรีน ไขมันจะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ส่วนน้ำมันจะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง ไขมันและน้ำมันจะมีส่วนประกอบทางเคมีเหมือนกัน กรดไขมันที่มีในไขมันและน้ำมันอาจเป็นชนิดเดียวกันทั้ง 3 โมเลกุล หรือคนละชนิดก็ได้ ไขมันหรือน้ำมันจากสัตว์มีกรดไขมันที่อิ่มตัวอยู่มากและมักเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ไขมันและน้ำมันจากสัตว์ได้แก่ ไขมันในเนื้อสัตว์ ไขมันในเนื้อสัตว์ ไขมันในไข่แดง ไขมันในนมและน้ำมันหมู ส่วนไขมันและน้ำมันจากพืชมีกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวอยู่มาก (ยกเว้นน้ำมันมะพร้าว) ได้แก่น้ำมันรำ น้ำมันถั่ว น้ำมันมะกอก น้ำมันข้าวโพด น้ำมันดอกคำฝอย และน้ำมันดอกทานตะวัน เป็นต้น

2.2 กรดไขมัน

กรดไขมันเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีคาร์บอนอะตอมเกาะกันเป็นเส้นตรง กรดไขมันที่พบในธรรมชาติมักมีจำนวนคาร์บอนอะตอมเป็นจำนวนคี่ กรดไขมันมี 2 ประเภทคือชนิดอิ่มตัว และไม่อิ่มตัว กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวจะมีพันธะคู่ ระหว่างคาร์บอน 1 แห่ง หรือ 2 แห่ง กรดไขมันที่มีในอาหาร แสดงไว้ในตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงกรดไขมันที่มีในอาหาร

ชื่อกรด	สูตร	จุดหลอมเหลว °C	จุดเดือด °C	ถ.พ. 20°C	แหล่งที่พบ
อนุกรมอาซีติค (acetic series), $C_nH_{2n}O_2$					
กรดบิวไทริค (butyric)	$C_4H_8O_2$	-6.4°	162.3°	0.959	เนยเหลว
กรดคาโพรอิค (caproic)	$C_6H_{12}O_2$	-3.4°	200 0°	0.924	เนยเหลว
กรดคาไพรลิค (caprylic)	$C_8H_{16}O_2$	16.5°	236.0°	0.910	เนยเหลว,น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันปาล์ม
กรดคาพริคcapric)	$C_{10}H_{20}O_2$	31.3°	269.0°	0.883	เนยเหลว, น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันปาล์ม
กรดลอริค (lauric)	$C_{12}H_{24}O_2$	43.6°		0.858 (60°)	น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันปาล์ม
กรดไมริสติค (myristic)	$C_{14}H_{28}O_2$	58.3°		0.85 (60°)	น้ำมันมะพร้าว, น้ำมันลูกจันทน์, น้ำมันหมู
กรดปาล์มิติค (palmitic)	$C_{16}H_{32}O_2$	62.6°			มีในไขมันและน้ำมันเกือบทุกชนิด
กรดสเตียริค (stearic)	$C_{18}H_{36}O_2$	69.3°			มีในไขมันส่วนใหญ่
กรดอะราคิติค (arachidic)	$C_{20}H_{40}O_2$	77.0°			น้ำมันถั่วลิสง
กรดลิกโนเซริค (lignoceric)	$C_{24}H_{48}O_2$	80.5°			น้ำมันถั่วลิสง
อนุกรมโอเลอิค (oleic seeies), $C_nH_{2n-2}O_2$ (มี 1 พันธะคู่)					
กรดไฮโปแกอิค (hypogaeic)	$C_{16}H_{30}O_2$	33.0°			น้ำมันถั่วลิสง
กรดโอเลอิค (oleic)	$C_{18}H_{34}O_2$	14.0°			มีในไขมันและน้ำมันส่วนใหญ่
กรดอีรูซิค (erucic)	$C_{22}H_{24}O_2$	33-34°			น้ำมันมัสตาร์ด
อนุกรมไลโนเลอิค (linoleic series), $C_nH_{2n-4}O_2$ (มี 2 พันธะคู่)					
กรดไลโนเลอิค (linoleic)	$C_{18}H_{32}O_2$	-5°			น้ำมันข้าวโพด น้ำมันลินสีด น้ำมันเมล็ดฝ้าย และน้ำมันถั่วลิสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

อนุกรมไลโนเลอิค (linolenic series), $C_nH_{2n-6}O_2$ (มี 3 พันธะคู่)					
กรดไลโนเลอิค (linolenic)	$C_{18}H_{30}O_2$	-11°			น้ำมันลินสีดและน้ำมันซักแห้งอื่น ๆ (drying oil)
อนุกรมคลูปาโนโดนิค (clupanodonic series), $C_nH_{2n-8}O_2$ (มี 4 พันธะคู่)					
กรดคลูปาโนโดนิค (clupanodonic)	$C_{18}H_{28}O_2$				น้ำมันปลาวาฬ, น้ำมันตับปลาคอด และปลาอื่น ๆ
กรดอะราคิโดนิค (arachidonic)	$C_{20}H_{32}O_2$	-49.5°			เนื้อเยื่อของสัตว์ น้ำมันข้าวโพด น้ำมันลินสีด

ที่มา : (ศศิเกษม, 2530)

กรดไลโนเลอิค และไลโนเลนิค เรียกว่า กรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย (essential fatty acid) ซึ่งเป็นกรดไขมันที่ร่างกายไม่สามารถสร้างขึ้นในร่างกายได้ จึงต้องได้รับอาหาร ส่วนกรดอะราคิโดนิคนั้นก็จัดว่าเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายแต่สามารถสร้างขึ้นในร่างกายมนุษย์ได้จากกรดไลโนเลอิค ซึ่งมีมากในน้ำมันข้าวโพด น้ำมันเมล็ดฝ้าย น้ำมันถั่วลิสง และน้ำมันถั่วเหลือง กรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายมีความสำคัญในการสร้าง พรอสตาแกลนดินส์ (prostaglandins) ซึ่งเป็นสารที่มีบทบาทในการทำหน้าที่ภายในร่างกายมาก เช่น การขับน้ำย่อยที่เป็นกรด การหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อเรียบ การควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย การรวมตัวของแผ่นเลือด ฯลฯ

การขาดกรดไขมันจะทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ในเด็กทารกจะทำให้เกิดแผลตามตัวและน้ำหนักลดลง ปริมาณของกรดไขมันในอาหารบางชนิดแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงชนิดและปริมาณของกรดไขมันในอาหาร (g/100)

แหล่งไขมัน	กรดไขมันอิ่มตัว			กรดไขมันไม่อิ่มตัว			
	ปาล์มิติค	สเตียริค	ทั้งหมด	โอเลอิค	ไลโนเลอิค	ไลโนเลนิค	ทั้งหมด
วัว	24.9	18.9	49.8	36.0	3.1	0.6	45.8
แกะ	21.5	19.5	47.3	37.6	5.5	2.3	48.4
ไก่	21.6	7.6	29.8	37.3	19.5	1.0	65.6
เนย	21.3	9.8	50.5	20.4	1.8	1.2	26.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

มันหมู	23.8	13.5	39.2	41.2	10.2	1.0	56.3
มาร์การีน (แข็ง)	10.9	8.6	19.8	32.0	23.6	1.5	57.1
มาร์การีน (อ่อน)	7.2	4.9	12.8	16.1	47.6	0.4	64.1
ชอร์เทนนิง (shortening)	14.1	10.6	25.0	44.5	24.5	1.6	70.6
ข้าวโพด	10.9	1.8	12.7	24.2	58.0	0.7	82.9
เมล็ดฝ้าย	22.7	2.3	25.9	17.0	51.5	0.2	69.7
มะกอก	11.0	2.2	13.5	72.5	7.9	0.6	82.1
ปาล์ม	43.5	4.3	49.3	36.6	9.1	0.2	46.3
ถั่วลิสง	9.5	2.2	16.9	44.8	32.0	-	78.2
งา	8.9	4.8	14.2	39.3	41.3	0.3	81.4
ถั่วเหลือง	10.3	3.8	14.4	22.8	51.0	6.8	81.2
ดอกทานตะวัน	5.9	4.5	10.3	19.5	65.7	-	85.2

ที่มา : (ศศิเกษม, 2530)

2.3 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของไขมัน

1. เมื่อบริสุทธิ์จะปราศจากสี กลิ่น และรส

2. ไม่ละลายในน้ำ (ยกเว้นน้ำมันงา) และแอลกอฮอล์ที่เย็น ละลายในแอลกอฮอล์ที่ร้อนได้เล็กน้อย ละลายได้ดีในคลอโรฟอร์ม อีเทอร์ คาร์บอนไดซัลไฟด์ คาร์บอนเตตระคลอไรด์ และปิโตรเลียมอีเทอร์

3. ไขมันจะหลอมละลายเมื่อได้รับความร้อน ไขมันจะค่อย ๆ อ่อนตัวหลอมละลาย ทั้งนี้เพราะไขมันประกอบด้วยกรดไขมันหลายชนิด จุดหลอมเหลวของไขมันขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่มีอยู่ในไขมัน กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวมีจุดหลอมเหลวต่ำ ยิ่งมีจำนวนพันธะคู่มากในโมเลกุล จุดหลอมเหลวก็ยิ่งต่ำ กรดไขมันชนิดอิ่มตัวที่มีโมเลกุลยาว จะมีจุดหลอมเหลวสูงกว่ากรดไขมันชนิดอิ่มตัวโมเลกุลสั้น จุดหลอมเหลวของกรดไขมันชนิดต่าง ๆ มีดังตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 แสดงจุดหลอมเหลวของกรดไขมันชนิดต่าง ๆ

จำนวนคาร์บอน	กรดไขมัน	จุดหลอมเหลว °C
	กรดอิ่มตัว	
4	บิวไทริค C_3H_7COOH	-7.9
6	คาโพรอิค $C_5H_{11}COOH$	-3.4
8	คาไพรลิค $C_7H_{15}COOH$	16.7
10	คาพริค $C_9H_{19}COOH$	31.6
12	ลอริค $C_{11}H_{23}COOH$	44.2
14	ไมริสติค $C_{13}H_{27}COOH$	54.4
16	ปาล์มิติค $C_{15}H_{31}COOH$	62.9
18	สเตียริค $C_{17}H_{35}COOH$	69.6
20	อะราคิดิค $C_{19}H_{39}COOH$	75.3
	กรดไม่อิ่มตัว	
16	ปาล์มิโตเลอิค $CH_3(CH_2)_5CH=CH(CH_2)_7COOH$ 9-hexadecenoic	0.5
18	โอเลอิค $CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$ cis-9-octadecenoic	16.3
18	อีไลดิค (elaidic) $CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$ trans-9-octadecenoic	43.7
18	ไลโนเลอิค $CH_3(CH_2)_5CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_7COOH$ cis-cis-9-12-15 octadecatrienoic	-5.0

ที่มา : (ศศิเกษม, 2530)

ไขมันและน้ำมันมีชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่แตกต่างกัน เช่น ไขวัว มีกรดไขมันชนิดอิ่มตัว โมเลกุลยาวจำนวนมาก จึงมีจุดหลอมเหลวสูง ทำให้มีลักษณะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิปกติ ส่วนน้ำมันมะพร้าวมีกรดไขมันชนิดอิ่มตัวโมเลกุลสั้นจำนวนมาก มีกรดไขมันที่อิ่มตัวน้อย จึงมีจุดหลอมตัวสูง อยู่ในสภาพที่เป็นของเหลวที่อุณหภูมิปกติ ในฤดูหนาวน้ำมันมะพร้าวจะแข็งตัวก่อนน้ำมันชนิดอื่น คือแข็งตัวที่อุณหภูมิประมาณ 22-26°C สำหรับเนยก็เช่นเดียวกันจะแข็งตัวที่อุณหภูมิ 35-41°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความถ่วงจำเพาะของไขมันและน้ำมัน ไขมันและน้ำมันทุกชนิดมีความถ่วงจำเพาะน้อยกว่า 1.0 ความถ่วงจำเพาะของไขมันชนิดต่าง ๆ มีดังนี้

เนย	ไม่ต่ำกว่า 0.905 ที่ 40°C
น้ำมันเมล็ดฝ้าย	ประมาณ 0.917-0.918 ที่ 25°C
น้ำมันข้าวโพด	ประมาณ 0.919-0.921 ที่ 25°C
น้ำมันหมู	ประมาณ 0.931-0.932 ที่ 25°C
น้ำมันมะกอก	ประมาณ 0.916-0.918

5. เมื่อเผาให้ร้อนจะมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย (ยกเว้นน้ำมันซักแห้ง) เมื่ออุณหภูมิเกิน 250°C จะมีการสลายตัวได้สารที่มีกลิ่น เรียกว่าอะโครลีน (acrolein) เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของกลีเซอรีน อะโครลีน เป็นสารที่ระเหยได้ ทำให้ผู้อยู่ใกล้เคียงรู้สึกแสบตา และทำให้อาหารมีกลิ่นไม่น่ารับประทาน ลำดับการเปลี่ยนแปลงดังนี้

ขั้นที่ 1 น้ำมันหรือไขมัน $\xrightarrow{\text{ความร้อน}}$ กลีเซอรีน + กรดไขมัน

ขั้นที่ 2 $\begin{matrix} H_2C-OH \\ | \\ HC-OH \\ | \\ H_2C-OH \end{matrix}$ $\xrightarrow{\text{ความร้อน}}$ $\begin{matrix} HC=O \\ | \\ HC \\ \| \\ HC \\ | \\ H \end{matrix}$ $+ 2H_2O$

กลีเซอรีน อะโครลีน

อุณหภูมิที่ทำให้ไขมันหรือน้ำมันเป็นควันเรียกว่า จุดที่เป็นควัน (smoking point) ไขมันหรือน้ำมันจากสัตว์มีอุณหภูมิที่เป็นควันต่ำกว่าน้ำมันพืช อุณหภูมิที่เป็นควันนี้ใช้ทดสอบความบริสุทธิ์ของไขมันได้ น้ำมันและไขมันแต่ละชนิดสลายตัวที่อุณหภูมิต่างกัน ในการทอดอาหารควรเลือกใช้น้ำมันที่มีอุณหภูมิที่เป็นควันสูง เพื่อป้องกันการเกิดอะโครลีน อุณหภูมิเป็นควันของน้ำมันและไขมันชนิดต่าง ๆ มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 อุณหภูมิที่เป็นควันของน้ำมันและไขมันชนิดต่าง ๆ

ชนิดของไขมัน	อุณหภูมิที่เป็นควัน °C	กรดไขมันอิสระ (กรดโอเลอิค) °%
น้ำมันเมล็ดฝ้าย	233	0.07
น้ำมันหมู (มันเปลว)	221	0.15
น้ำมันหมู (มันแข็ง)	194	0.51
น้ำมันหมูใช้แล้ว (5 ชั่วโมง)	207	0.34
น้ำมันหมูใช้นานกว่า 5 ชั่วโมง	190	0.61
น้ำมันมะกอก	170	0.92
น้ำมันถั่วลิสง	149-162	1.64-1.10
น้ำมันมะพร้าว	138	1.90
เนย	208	0.28

ที่มา : (ศศิเกษม, 2530)

อุณหภูมิเป็นควันของไขมันนอกจากจะขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันและไขมันแล้ว ยังขึ้นอยู่กับสิ่งอื่น ๆ อีกดังนี้

5.1 ปริมาณของกรดไขมันอิสระ ถ้าในน้ำมันมีปริมาณของกรดไขมันอิสระสูง จะมีอุณหภูมิที่เป็นควันต่ำ เช่นน้ำมันมะพร้าวมีกรดไขมันอิสระในรูปของกรดโอเลอิค ร้อยละ 1.90 สูงกว่าไขมันทุกชนิด จึงมีอุณหภูมิที่เป็นควันต่ำสุด น้ำมันที่ใช้แล้วมีอุณหภูมิที่เป็นควันต่ำลงก็ด้วยเหตุผลเดียวกัน นั่นคือเมื่อน้ำมันได้รับความร้อน โมเลกุลของไขมันสลายตัวเป็นกรดไขมันอิสระ ในน้ำมันจึงมีปริมาณของกรดไขมันอิสระมากขึ้น ทำให้อุณหภูมิที่เป็นควันต่ำลง ดังกรณีของน้ำมันหมู ในตารางที่ 2.4

5.2 การสัมผัสกับอากาศ ถ้าน้ำมันสัมผัสกับอากาศได้มากขึ้น อุณหภูมิที่เป็นควันของน้ำมันจะลดลง ดังนั้นการทอดอาหารในภาชนะที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ จะทำให้จุดเป็นควันของน้ำมันลดต่ำลงเร็วกว่าน้ำมันที่ทอดในภาชนะที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เศษอาหารที่ปะปนในน้ำมัน เช่น แป้ง จะทำให้อุณหภูมิที่เป็นควันของน้ำมันต่ำลงเร็วขึ้น ฉะนั้นน้ำมันที่ใช้แล้วควรกรองเอาเศษอาหารออกเสียก่อนที่จะทอดในคราวต่อไป จะช่วยให้น้ำมันทอดอาหารได้นานขึ้น

ถ้าน้ำมันได้รับความร้อนสูงขึ้นเรื่อย ๆ จากจุดเป็นควัน น้ำมันอาจลุกเป็นไปได้ เรียกจุดนี้ว่าจุดที่เริ่มติดไฟหรือจุดวาบไฟ (flash point) และถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นอีกก็จะลุกเป็นไฟได้ เรียกจุดนี้ว่าจุดลุกเป็นไฟ (fire point) อุณหภูมิของจุดทั้ง 3 นี้แสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงจุดที่เป็นควัน จุดวาบไฟ และจุดติดไฟของน้ำมันต่าง ๆ

น้ำมัน	จุดที่เป็นควัน		จุดวาบไฟ		จุดติดไฟ	
	°F	°C	°F	°C	°F	°C
น้ำมันละหุ่งบริสุทธิ์	392	200	568	298	635	335
น้ำมันละหุ่งปราศจากน้ำ	348	176	570	299	638	337
น้ำมันข้าวโพดดิบ (crude)	352	178	562	294	655	346
น้ำมันข้าวโพดบริสุทธิ์	440	227	618	326	678	359
น้ำมันลินสีดดิบ (raw)	325	163	540	287	667	353
น้ำมันลินสีดบริสุทธิ์	320	160	588	309	680	360
น้ำมันมะกอกดิบ (virgin)	391	199	610	321	682	361
น้ำมันถั่วเหลือง (บีบ)	357	181	564	296	664	351
น้ำมันถั่วเหลือง (สกัด)	410	210	603	317	670	354
น้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์	492	256	618	326	673	356

ที่มา : (ศศิเกษม, 2530)

6. ไขมันทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ โดยเฉพาะเมื่อมีแสงและความชื้นจะได้กรดไขมันอิสระเกิดขึ้น และจะเปลี่ยนเป็นอัลดีไฮด์ และกรดไขมันที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ทำให้มีกลิ่นเหม็นและรสชาติเปลี่ยนไป เรียกว่าเกิดการเหม็นหืน (rancid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (sapontaneous oxidation) น้ำมันที่มีกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวอยู่มาก เช่น น้ำมันลินสีดจะถูกเติมออกซิเจนได้ง่าย เกิดสารที่เป็นของแข็งไม่เปียกน้ำ ใช้ผสมในสีทาบ้านและเชลแล็ก เรียกน้ำมันพวกนี้ว่า น้ำมันซักแห้ง (drying oil)

2.4 การเหม็นหืนของไขมัน (Rancidity)

การเหม็นหืนของไขมัน หมายถึงการที่ไขมันมีกลิ่นผิดปกติระหว่างการเก็บอาหารที่มีส่วนประกอบของไขมัน เช่น นม เนย ขนมเค้ก ฯลฯ ล้วนเหม็นหืนได้ทั้งสิ้น การเหม็นหืนอาจเกิดจากการที่อาหารเก็บไว้ในภาชนะเปิด ทำให้ไขมันดูดกลิ่นของสารอื่นในอากาศเข้าไป การเหม็นหืนเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (oxidation) ซึ่งเกิดขึ้นเองเมื่ออาหารหรือสารที่มีไขมันไม่อิ่มตัวสัมผัสกับอากาศ กลไก (mechanism) ของการเกิดออกซิเดชั่น เขียนเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

Initiaition :

$$2\,RH + O_2 \longrightarrow 2\,R^{\circ} + 2^{\circ}\,OH$$

Propagation :

$$R^{\circ} + O_2 \longrightarrow ROO^{\circ}$$

$$R^{\circ} + RH \longrightarrow ROOH + R^{\circ}$$

Termination :

$$R^{\circ} + R^{\circ} \longrightarrow RR$$

$$R^{\circ} + ROO^{\circ} \longrightarrow ROOR$$

$$ROO^{\circ} + ROO^{\circ} \longrightarrow ROOR + O_2$$

เมื่อให้ RH แทนกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีไฮโดรเจนเกาะกับคาร์บอนที่ติดกับพันธะคู่

R° แทน free radical

ROOH แทน peroxide

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

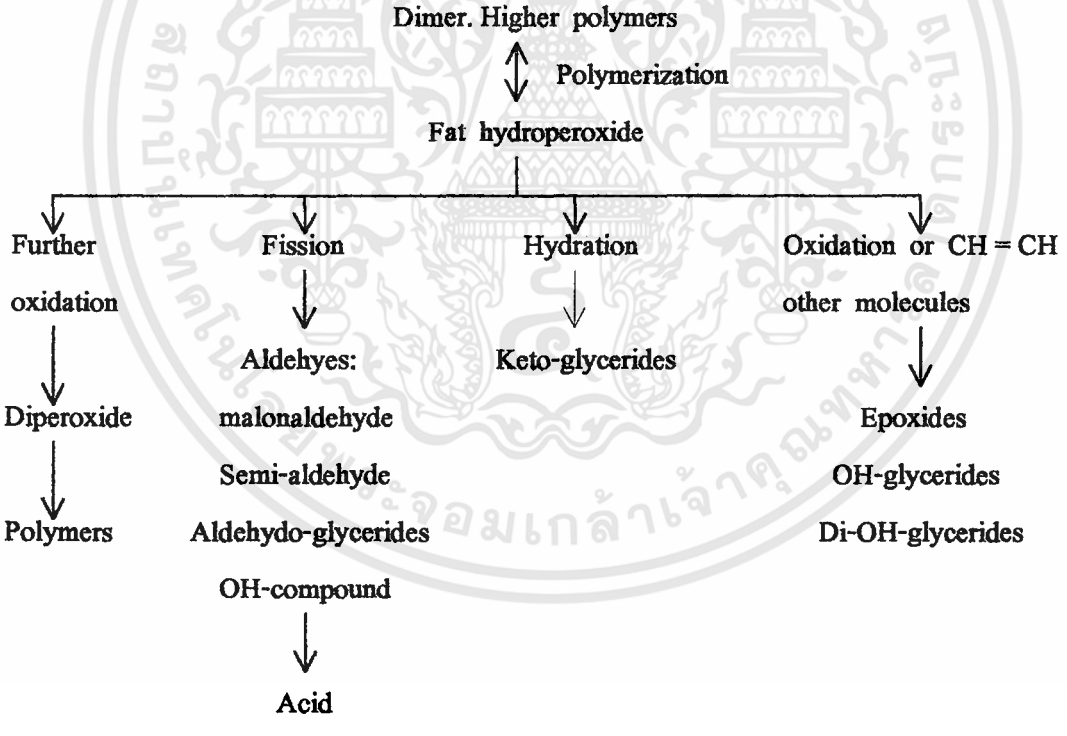
ในกระบวนการเกิดออกซิเดชั่น ผลผลิตที่ได้คือเปอร์ออกไซด์ การเกิดเปอร์ออกไซด์ แบ่งได้เป็น 3 ระยะ คือ

1. ระยะเหนี่ยวนำ เกิดเนื่องจากกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวในไขมันทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้เป็นอนุมูลอิสระ (free radical) ต่าง ๆ มากมาย ระยะนี้พบว่าการเปลี่ยนแปลงของอาหารจะเกิดขึ้นน้อยมาก ฉะนั้นถ้ายืดระยะนี้ออกให้ยาวนานที่สุด จะชะลอการเกิดกลิ่นหืนในอาหารได้

2. ระยะออกซิเดชั่น เป็นระยะเวลาที่ออกซิเจนจำนวนมากทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระให้เปอร์ออกไซด์เป็นจำนวนมาก ระยะนี้สามารถได้กลิ่นหืนของอาหาร

3. ระยะสุดท้าย ปฏิกิริยาในระยะนี้ได้ลดลง ทั้งนี้เพราะว่าอนุมูลอิสระได้รวมตัวกันเอง

ในขั้นแรกกรดไขมันอิสระทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้เปอร์ออกไซด์ ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาต่อไปได้หลายทาง ตามภาพที่ 1 ทำให้กลิ่นรสของอาหารเปลี่ยนไป



ภาพที่ 2.1 แสดงปฏิกิริยาของเปอร์ออกไซด์

ที่มา : (ศิริลักษณ์, 2532)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะพบว่าสารที่ได้ในขั้นแรกของกระบวนการออโตออกซิเดชั่นของเอสเทอร์ของกรดไฮโดรเพอร์ออกไซด์ (hydroperoxide) ซึ่งเป็นสารที่ไม่มีกลิ่นและรส แต่เมื่อไฮโดรเพอร์ออกไซด์แตกตัวต่อจะให้สารประกอบคาร์บอนิล กรด และสารประกอบอื่น ๆ ผลิตผลส่วนมากที่ได้ในขั้นที่สองนี้จะเป็นสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ และเข้าใจว่าสารเหล่านี้เป็นสารที่ทำให้กลิ่นรสผิดปกติไปโดยเฉพาะสารประกอบคาร์บอนิล จากการศึกษาด้วยวิธีทางเคมีต่าง ๆ พบว่าสารที่มีส่วนรับผิดชอบต่อกลิ่นหืนนั้นส่วนใหญ่จะเป็นสารพวกอัลดีไฮด์ สารประกอบคาร์บอนิล กรดต่าง ๆ ได้แก่ กรดฟอร์มิก กรดอะซิติก กรดโพรพิออนิก และกรดไอโซวาเลอริก

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราเร็วของปฏิกิริยาออกซิเดชั่น เช่นปริมาณออกซิเจน ปริมาณความชื้น แสง ไอออนของโลหะ และสารต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น อัตราเร็วของปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณออกซิเจนและอุณหภูมิเพิ่มขึ้น แสงและไอออนของโลหะบางชนิด เช่น เหล็ก ทองแดง จะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ส่วนของปริมาณความชื้นพบว่า เมื่อความชื้นมากขึ้นอัตราเร็วของปฏิกิริยาจะลดลง และลดลงเรื่อย ๆ จนถึงความชื้นค่าหนึ่ง จากนั้นเมื่อเพิ่มความชื้นต่อไปอัตราเร็วจะกลับมากขึ้น

การเหม็นหืนเนื่องจากน้ำ (hydrolytic rancidity) เกิดจากการที่โมเลกุลของไขมัน(ไตรกลีเซอไรด์) ถูกย่อยด้วยเอนไซม์ที่มีอยู่ในไขมันและเมื่อมีน้ำอยู่ด้วยก็จะได้กรดไขมัน ถ้ากรดไขมันที่ได้มีโมเลกุลขนาดเล็กเช่น กรดบิวไทริค จะทำให้เกิดกลิ่นขึ้น เอนไซม์ที่มีอยู่ในอาหารที่มีไขมันมักถูกทำลายด้วยความร้อน การเหม็นหืนชนิดนี้ป้องกันได้โดยใช้ความร้อนทำลายเอนไซม์และระวังอย่าให้มีน้ำปนในไขมัน

การเหม็นหืนเนื่องจากการเกิดสารพวกคีโตน (ketonic ramcidety) เกิดกับกรดไขมันที่อิ่มตัวโดยปฏิกิริยาของเอนไซม์ ซึ่งมาจากเชื้อราต่าง ๆ เชื้อราจะผลิตสารที่ทำให้กรดไขมันอิ่มตัว เกิดสารจำพวกคีโตนขึ้น ซึ่งเป็นสารที่มีกลิ่น เนื่องจากการเหม็นหืนชนิดนี้เกิดจากเชื้อรา ดังนั้นการป้องกันการเหม็นหืนจึงต้องกำจัดสิ่งที่ช่วยส่งเสริมการเจริญของเชื้อรา เช่น ความชื้น อากาศ เป็นต้น

2.5 ไลโปลิซิส (Lipolysis)

ถ้าไขมันเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส เนื่องจากเอนไซม์ ความร้อนหรือปฏิกิริยาเคมีใด ๆ ก็ตามทำให้ไขมันสลายตัวเกิดกรดไขมันอิสระขึ้น เรียกปฏิกิริยานี้ว่า ไลโปลิซิส ปฏิกิริยานี้ทำให้เกิดการเหม็นหืนในอาหารได้ ดังนั้นจึงเรียกการเหม็นหืนแบบนี้ว่า การเหม็นหืนเนื่องมาจากปฏิกิริยาไลโปลิซิส (Lipolysis rancidity) หรือการเหม็นหืนเนื่องมาจากน้ำ ซึ่งกรดไขมันอิสระที่เกิดขึ้นนี้ทำให้เกิดกลิ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในอาหาร โดยเฉพาะนมสด เกิดปฏิกิริยาไลโปลิซิสได้ง่าย ไลโปลิซิสทำให้คุณภาพของไขมันลดลง อุณหภูมิการเป็นควันลดลง การทอดขนมจำพวกโดนัททำให้หน้าขนมแตกและดูดน้ำมันมากขึ้น ดังนั้นกรดไขมันที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บและการแปรรูปน้ำมันจากเมล็ดพืช และไขมันจากสัตว์จะต้องถูกกำจัดออกไป

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิการเป็นควัน และกรดไขมันอิสระในน้ำมันจากเมล็ดฝ้ายมีดัง ตารางที่ 6

ตารางที่ 2.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิการเป็นควันและกรดไขมันอิสระ (FFA) ในน้ำมันเมล็ดฝ้าย

FFA	อุณหภูมิการเป็นควัน (F)
0.01	450
1.0	320
10.0	260
100.0	200

จากตารางจะเห็นได้ว่าการมีกรดไขมันอิสระในน้ำมันมากจะลดอุณหภูมิการเกิดควันลดลงได้มากด้วย

2.6 บทบาทของไขมันและน้ำมันในการประกอบอาหาร

ไขมันและน้ำมันที่ใช้ในการประกอบอาหารมีความสำคัญ ดังนี้

1. ช่วยเพิ่มรสชาติของอาหารให้ดีขึ้น
2. เป็นตัวนำความร้อนที่ทำให้อาหารสุก ช่วยหล่อลื่นไม่ให้อาหารติดภาชนะที่ใช้ทอดและช่วยทำให้อาหารมีสีสวยด้วย อาหารที่ทอดด้วยน้ำมันมาก ส่วนใหญ่จะมีสีน้ำตาล ต้องใช้อุณหภูมิตั้งแต่ 177-201°C ในการเลือกน้ำมันสำหรับทอดจึงต้องคำนึงถึงจุดที่เป็นควันของไขมันด้วย เพราะไขมันที่ใช้ทอดต้องไม่สลายตัวเป็นควันก่อน

ไขมันและน้ำมันต่างชนิดกันจะทำให้อาหารมีรสชาติต่างกัน ข้อสำคัญที่สุดไขมันที่ใช้ต้องไม่มีกลิ่นเหม็นหืน และอาหารจะต้องไม่อมน้ำมันมาก เพราะจะทำให้อาหารเลี่ยนเสียรสชาติ ปัจจัยที่ทำให้อาหารอมน้ำมันมากเวลาทอด ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ทอด การทอดที่อุณหภูมิต่ำทำให้ต้องใช้เวลานาน ทำให้อาหารอมน้ำมันมาก ภาชนะที่ใช้ทอดควรเป็นภาชนะโลหะหนัก ซึ่งนำความร้อนได้ดี และไม่ใส่อาหารลงไปทอดครั้งละมาก ๆ เพราะทำให้อุณหภูมิลดต่ำลง

2.2 พื้นที่ผิวของอาหารที่สัมผัสน้ำมัน อาหารชิ้นใหญ่อมน้ำมันมากกว่าชิ้นเล็ก และอาหารที่มีผิวหน้าขรุขระหรือมีรูพรุนจะอมน้ำมันมากกว่าอาหารที่มีผิวเรียบ เพราะมีพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับน้ำมากกว่า

2.3 ส่วนผสมของอาหาร อาหารที่มีแป้ง ไขมัน และน้ำตาลมากจะอมน้ำมันมากขึ้นตามส่วนประกอบ

2.4 จุดที่เป็นควันของไขมัน อาหารจะอมน้ำมันได้มากขึ้นเมื่อใช้น้ำมันที่มีจุดเป็นควันต่ำ

น้ำมันที่ใช้ทอดแล้วมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น คือ มีปริมาณของกรดไขมันอิสระมากขึ้น ค่าไอโอดีนลดต่ำลง จุดที่เป็นควันและจุดหลอมเหลวต่ำลง สีของน้ำมันดำขึ้นและน้ำมันจะเหนียวขึ้น น้ำมันที่ใช้แล้วควรกรองเศษอาหารเล็ก ๆ ออก และเก็บน้ำมันไว้ในที่เย็นปราศจากอากาศและแสงเพื่อช่วยยืดอายุของการทอดของน้ำมันให้นานขึ้น

3. ไขมันทำให้แป้งนุ่มและร่วนเป็นชั้น อาหารที่ทำด้วยแป้ง เช่น ขนมเค้ก กระหรี่ปั๊ป โรตี และพาย ฯลฯ ถ้าไม่ใส่ไขมัน เส้นใยกลูเตน ซึ่งเกิดจากโปรตีนในแป้งกับน้ำจะเกาะกันเหนียวและแน่น แต่ถ้าใส่ไขมันแล้วไขมันจะเข้าไปแทรกระหว่างเส้นใยกลูเตน และบางส่วนจะทำให้เส้นใยกลูเตนขาด ทำให้เนื้อขนมไม่แน่น ในขนมเค้กไขมันถูกตีเป็นหยดเล็ก ๆ แทรกอยู่ทั่วไปทำให้ขนมนุ่ม ส่วนในขนมประเภทกระหรี่ปั๊ปและพาย ไขมันที่แทรกอยู่เป็นหยดใหญ่อยู่ระหว่างชั้นของเส้นใยกลูเตน จึงทำให้ขนมนุ่มและร่อนเป็นชั้น

2.7 การทอด (Frying)

ในกระบวนการทอด น้ำมันจะเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน การทอดจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้ความร้อนแบบแห้งในเตาอบ และมีความรวดเร็วกว่าการต้มด้วยน้ำ เนื่องด้วยอุณหภูมิของตัวกลางที่สูงกว่าและการแทรกซึมผ่านของความร้อนที่รวดเร็วกว่านั่นเอง จึงเป็นเหตุผลที่พ่อครัวส่วนใหญ่นิยมใช้การปรุงอาหารโดยการทอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทอดไม่ได้มีความหมายเพียงแค่การถ่ายเทความร้อนสู่อาหารเท่านั้น ไขมันจะเกิดปฏิกิริยากับโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตที่มีอยู่ในอาหาร จะเกิดเป็นกลิ่นรสเฉพาะตัวที่มีอยู่แต่ในอาหารทอดเท่านั้น

การเดือดปุดของไอน้ำที่เกิดระหว่างการทอดเป็นสิ่งสำคัญ ที่เป็นตัวที่จะบอกว่าภายในชิ้นอาหารมีความดันไอสูงกว่าน้ำมันในเครื่องทอด ถ้าความดันภายในตกลง จะทำให้น้ำมันที่อยู่ภายในแทรกซึมเข้าไปแทนที่ จะทำให้อาหารเกิดการเยิ้มไปด้วยน้ำมัน

2.8 การเปลี่ยนแปลงของน้ำมันระหว่างการทอด

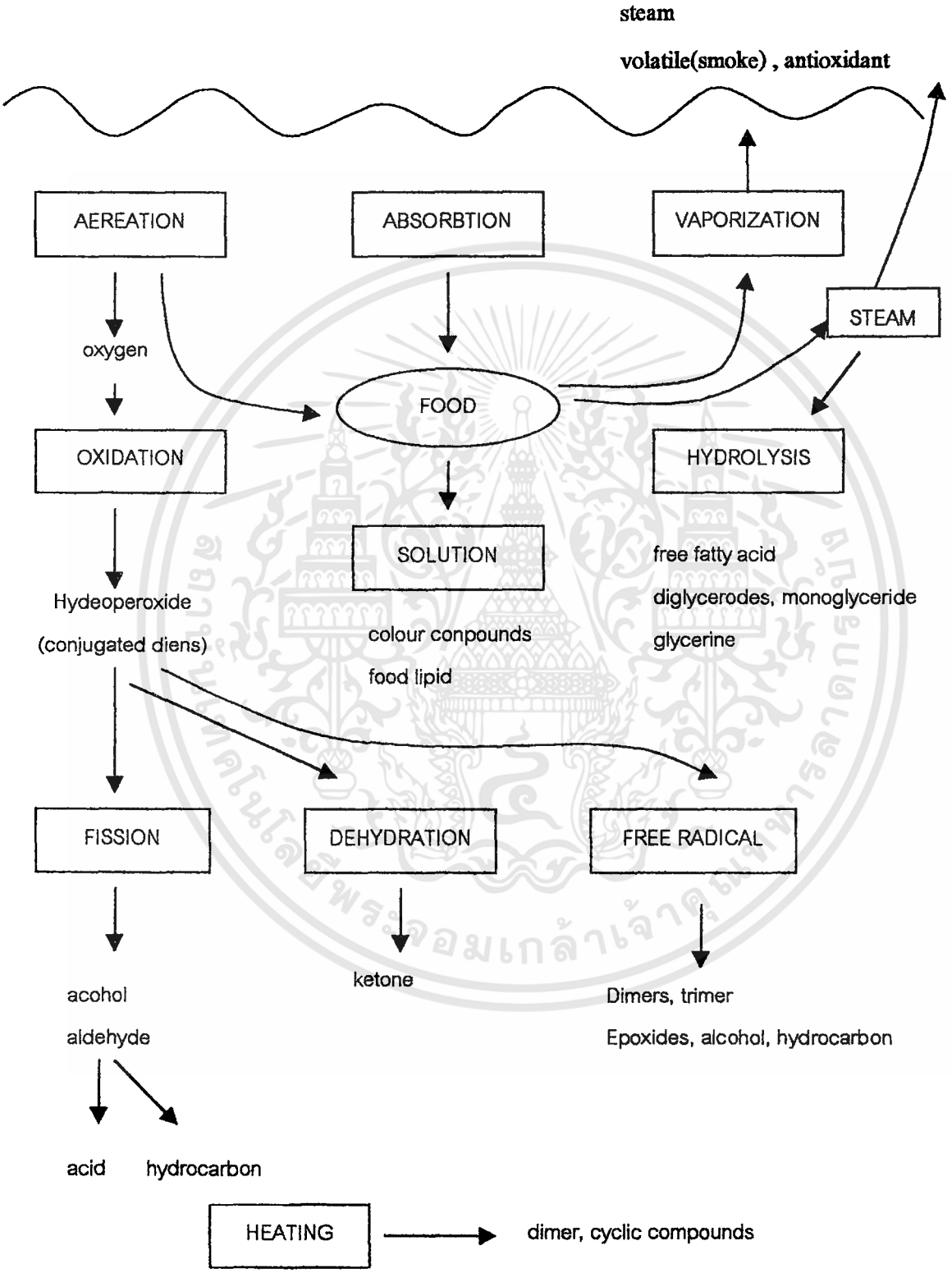
การให้ความร้อนแก่น้ำมันจะมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำมันหรือไขมันที่เห็นได้ชัดคือ น้ำมันเป็นสีดำ ความหนืดเพิ่มขึ้น จุดเกิดควัน เกิดฟองเพิ่มขึ้น เมื่อน้ำมันได้รับความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลง 3 อย่างคือ

1. การไฮโดรไลซ์ไขมันทำให้เกิดกรดไขมันอิสระโมโนและไตรกลีเซอไรด์
2. การออกซิไดซ์ไขมันทำให้เกิดสารประกอบหลายชนิดที่ระเหยได้ เช่น ไฮโดรเปอร์ออกไซด์ อีพอกไซด์ และ คีโตน สารประกอบเหล่านี้อาจแตกตัวออกไปได้อีก หรืออาจยังคงเป็นโมเลกุลไตรกลีเซอไรด์ที่เป็นโพลีเมอร์ซึ่งมีจำนวนคาร์บอนที่สูงขึ้น
3. การเกิดพันธะใหม่ระหว่างคาร์บอนกับคาร์บอนโดยไม่มีอะตอมของออกซิเจนในโมเลกุลของไขมัน ถ้าพันธะเหล่านี้เกิดขึ้นในกรดไขมันหนึ่งโมเลกุล จะทำให้เกิดกรดไขมันแบบต่อกันเป็นวง ซึ่งโมเลกุลเหล่านี้เมื่อต่อไปจะทำให้เกิดโพลิเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงขึ้นอีก

สารประกอบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงในข้างต้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ

1. สารประกอบสลายตัวที่ระเหยได้ (Volatile decomposed product) การสลายตัวกลุ่มนี้ทำให้เกิดกลิ่นรสของอาหารทอด เป็นกลิ่นรสเฉพาะแล้วแต่อาหารที่ใช้ทอด
2. สารประกอบสลายตัวที่ไม่ระเหย (non volatile decomposed product) สารไม่ระเหยเหล่านี้จะยังคงอยู่ในน้ำมันทอด และยังเป็นตัวทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันเสียไปจากเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการทอดแบบ Deep fat frying

ที่มา : (Fritsch,1981)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 ผลของอาหารที่มีต่อน้ำมันที่ใช้ทอด

นอกจากความร้อนที่ให้แก่น้ำมันในการทอดแล้ว ตัวชิ้นของอาหารยังมีผลต่อการเสื่อมเสียอีกด้วย เพราะว่าภายในชิ้นของอาหาร ประกอบด้วยสารอาหารต่าง ๆ มากมาย เมื่อได้รับความร้อนสารอาหารเหล่านี้ก็จะออกมา ทำให้เกิดการเจือปนกับน้ำมันทอด ได้แก่

1. ความชื้นในอาหารทำให้เกิดปฏิกิริยาของออกซิเจนได้หลายรูปแบบ
2. น้ำมันสัมผัสกับออกซิเจนที่มีอยู่ในบรรยากาศ ทำให้เกิดปฏิกิริยาของออกซิเจนได้หลายรูปแบบ
3. การปนเปื้อนจากส่วนผสมต่าง ๆ ของอาหาร

2.10 การชุบแป้งและการชุบขนมปัง

การชุบแป้งและการชุบขนมปัง คือ การเคลือบอาหารด้วยแป้ง และเศษขนมปัง หรือขนมปังกรอบป่นก่อนการทอดแบบน้ำมันท่วม ซึ่งจะทำให้สีและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ภายหลังการทอดดีขึ้น การชุบควรมีความสม่ำเสมอ ซึ่งการชุบขนมปังสามารถป้องกันการดูดซับน้ำมันและการไหม้เกรียมรอบ ๆ อาหาร นอกจากนี้ยังป้องกันความร้อนของน้ำมัน ทำให้ผลิตภัณฑ์นุ่มและน่ารับประทาน

การชุบประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ที่สำคัญ คือ

1. การเคลือบด้วยแป้ง
2. การจุ่มใน wash*
3. การเคลือบด้วยขนมปัง

FOOD → FLOUR → WASH → BREADING

(*Wash คือ ของเหลวซึ่งช่วยให้ขนมปังติดกับอาหาร ประกอบด้วยไข่ดีให้เข้ากัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96937

บทที่ 3

วิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

1. น่องเล็ก (ปีกบนไก่)
2. แป้ง
3. ไข่
4. เกร็ดขนมปัง
5. แป้งข้าวโพด
6. เกลือ
7. พริกไทย
8. น้ำมันปาล์ม

3.2 อุปกรณ์และสารเคมี

1. Wijs' solution
2. Potassium iodide
3. 0.1 N Sodium thiosulphate
4. 1% น้ำแป้ง
5. Diethyl ether
6. Ethyl alcohol
7. Pheophthalein
8. 0.1N Sodium hydroxide
9. 3:2 Acetic acid (HOAC)-Chloroform(CHCl3) solution
10. Petroleum ether
11. Lovibond tintometer
12. Brookfield viscometer
13. Burette

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. Erlenmeyer flask 250 ml และ 125 ml
15. Volumetric flask 1000 ml
16. Beaker 1000 ml และ 100 ml
17. แท่งแก้วคน
18. ขวดสีชาฝาดำ

3.3 วิธีการทดลอง

1. การเตรียมวัตถุดิบ

นำน่องเล็ก(ปีกบนไก่) ที่มีขนาดใกล้เคียงกันมาทำความสะอาด ชั่ง 200 กรัม แล้วหมักด้วยเกลือ พริกไทย 10 นาที นำไก่ที่หมักแล้วไปทำดังนี้

1.1 ไม่เคลือบแป้ง

1.2 เคลือบแป้งแห้ง

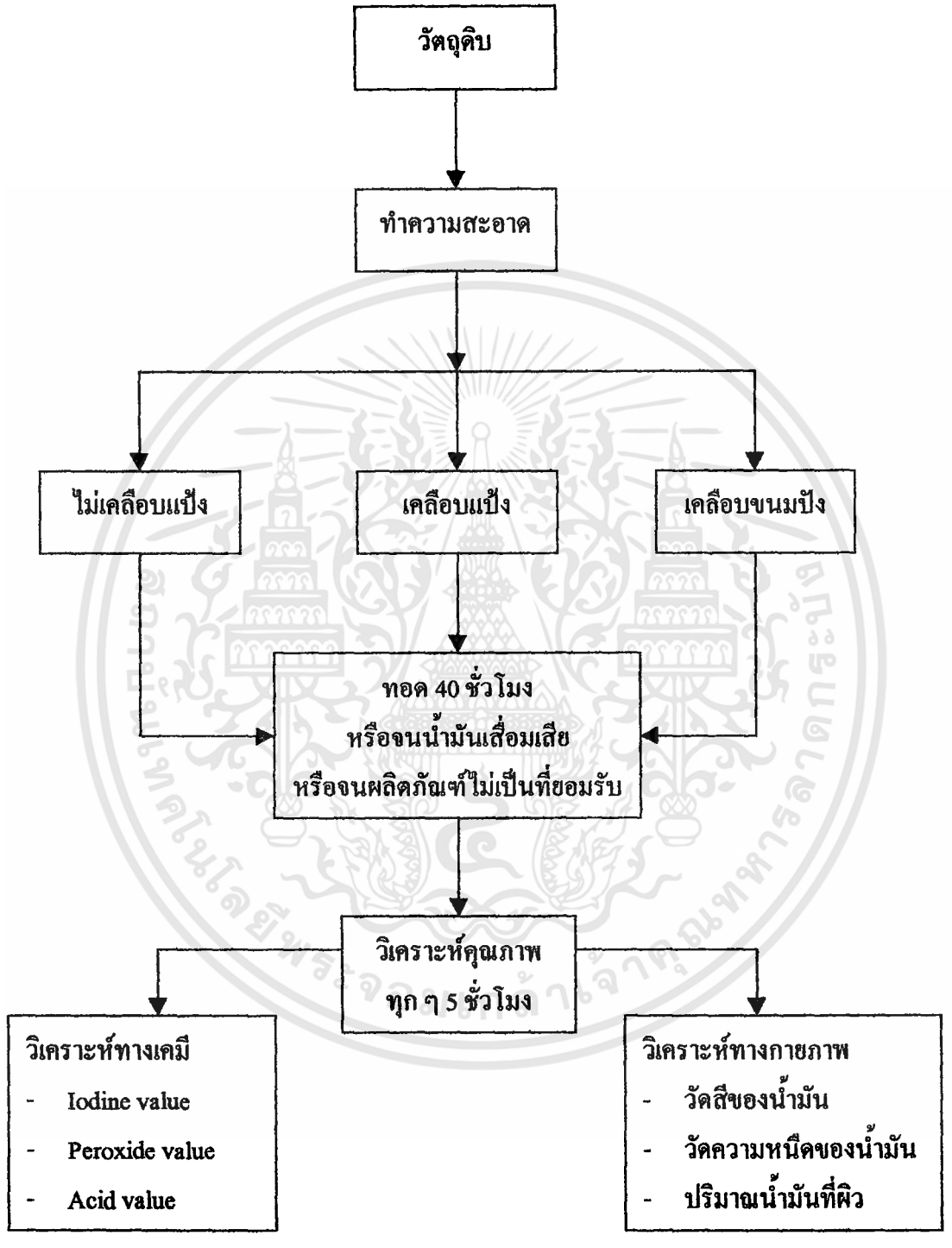
1.3 ชุบไข่แล้วเคลือบด้วยขนมปัง

2. เตรียมน้ำมันให้ร้อน โดยใส่น้ำมันลงในหม้อทอดแล้วให้ความร้อนกับน้ำมันจนมีอุณหภูมิ 190 °C

3. นำวัตถุดิบในข้อ (1) ลงทอดจนได้ผลิตภัณฑ์ที่สุกโดยใช้เวลา 10 นาที จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ขึ้น แล้วให้ความร้อนกับน้ำมันต่อจนครบ 1 ชั่วโมง จึงใส่วัตถุดิบลงไปใหม่

4. ทำซ้ำข้อ (3) จนครบ 40 ชั่วโมงหรือจนน้ำมันเสื่อมเสีย หรือผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับ โดยทุก ๆ 5 ชั่วโมงจะมีการกรองเอาเศษอาหารออกแล้วเก็บตัวอย่างน้ำมันไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและทางกายภาพ ดังแสดงขั้นตอนดังภาพที่ 3.1

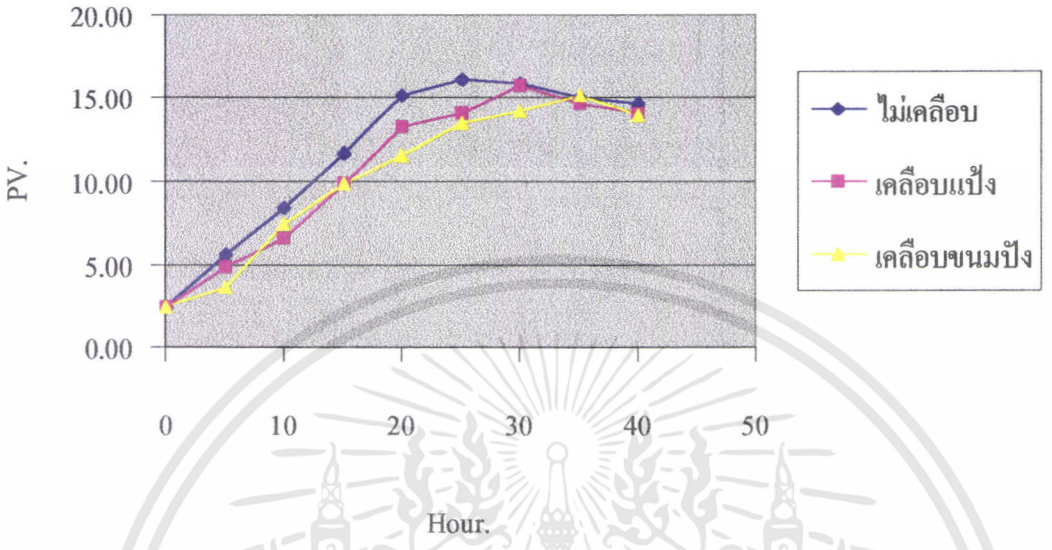
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ เจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันกับระยะเวลาการทอด

จากตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า Peroxide value ต่อระยะเวลาการทอด พบว่า ค่า Peroxide value ของน้ำมันจากการทอดทั้งสามชนิด เพิ่มขึ้นในระยะแรกๆ และมีแนวโน้มว่าจะลดลงในการทอดระยะสุดท้าย การเปลี่ยนแปลงในลักษณะนี้ อาจจะเกิดจากการที่น้ำมันเกิดการออกซิเดชั่น ได้เป็นสารไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (Hydroperoxide) ซึ่งเป็นสารที่ไม่เสถียร ซึ่งจะเปลี่ยนไปเป็นสารพวก อัลดีไฮด์ (Aldehyde) และคีโตน (Ketone) อย่างรวดเร็ว (Food Science. 377.) ซึ่งมีผลทำให้ค่า Peroxide value ลดลงในช่วงท้าย ๆ ของการทอด

ค่า Peroxide value ของน้ำมันที่ทอดไก่แบบไม่มีตัวเคลือบ มีค่าสูงกว่าอีกสองแบบ ในแต่ละระยะเวลาการทอด ส่วนน้ำมันที่ทอดไก่แบบเคลือบแป้งและเคลือบขนมปังจะมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันในแต่ละระยะเวลาการทอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

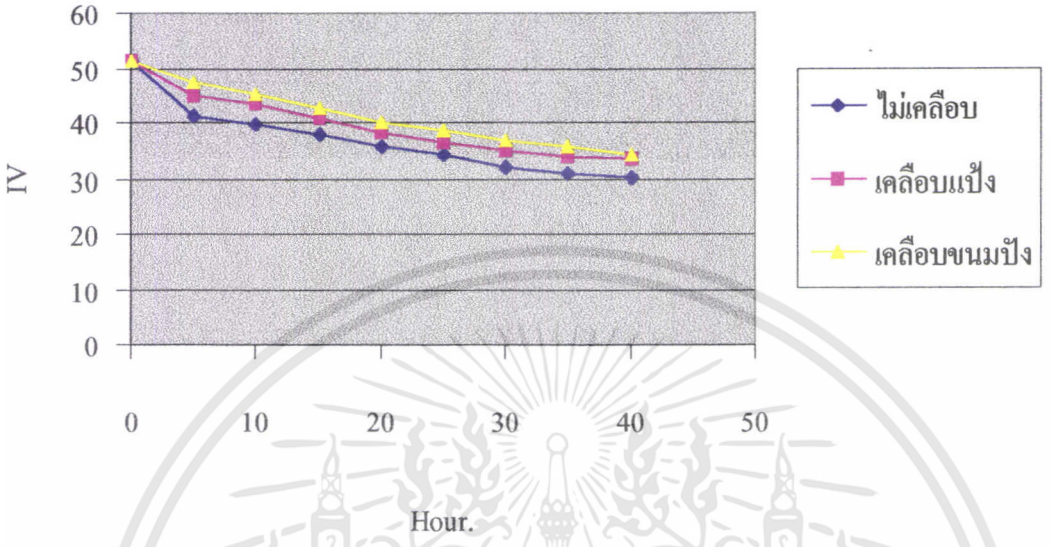
4.2 ค่า ไอโอดีน (Iodine Value)

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าไอโอดีนของน้ำมันที่ใช้ทอดไก่แบบไม่เคลือบ, เคลือบแป้ง และเคลือบขนมปัง เป็นเวลา 40 ชั่วโมง

ชั่วโมง	ไม่เคลือบ	เคลือบแป้ง	เคลือบขนมปัง
0	51.41	51.41	51.41
5	41.23	44.58	47.32
10	39.56	43.35	45.14
15	37.78	40.81	42.38
20	35.81	38.16	40.13
25	34.03	36.21	38.51
30	32.05	34.87	36.79
35	30.93	33.81	35.61
40	30.04	33.34	34.15

* ค่าในตารางได้จากการเฉลี่ยค่าที่ได้จากการทดลอง จำนวน 3 ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าไอโอดีนของน้ำมันกับระยะเวลาการทอด

จากตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า Iodine value ต่อระยะเวลาการทอด พบว่าค่า Iodine value ของน้ำมันจากการทอดทั้งสามชนิด มีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาการทอด การที่ค่า Iodine value ลดลง แสดงให้เห็นว่า ความไม่อิ่มตัวของน้ำมันลดลง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น และปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ในระหว่างการทอดแบบน้ำมันท่วม

จากตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่า ค่า Iodine value ของน้ำมันที่ได้จากการทอดไก่ที่ไม่มีตัวเคลือบ มีค่าต่ำเมื่อเทียบกับน้ำมันที่ได้จากการทอดไก่ที่มีตัวเคลือบเป็นแป้งและขนมปัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

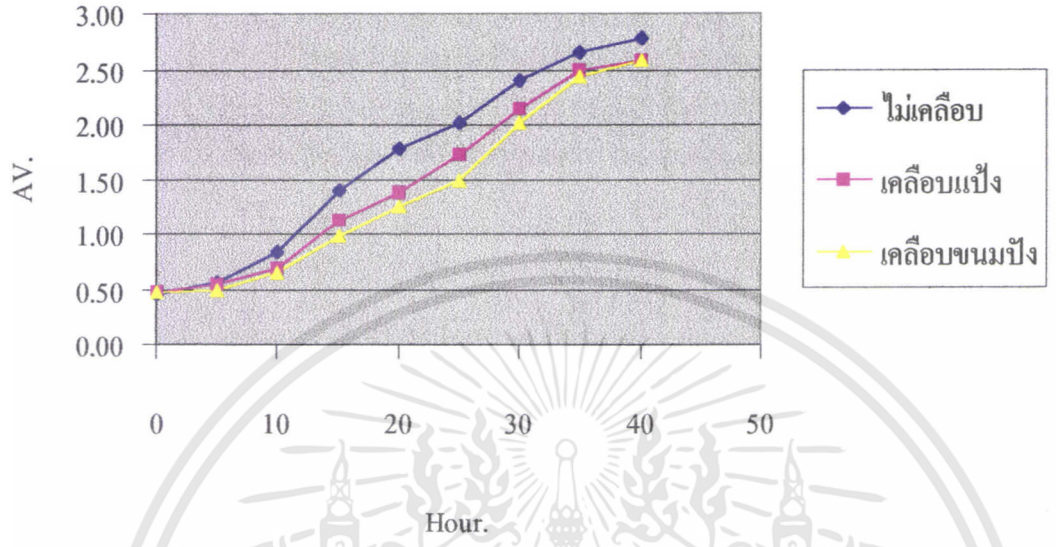
4.3 ค่าความเป็นกรด (Acid value)

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความเป็นกรดของน้ำมันทอดไก่แบบไม่เคลือบ, เคลือบแป้ง และเคลือบขนมปัง เป็นเวลา 40 ชั่วโมง

ชั่วโมง	ไม่เคลือบ	เคลือบแป้ง	เคลือบขนมปัง
0	0.4481	0.4811	0.4811
5	0.5564	0.5383	0.4867
10	0.8385	0.6836	0.6460
15	1.3980	1.1342	0.9879
20	1.7825	1.3750	1.2548
25	2.0104	1.7243	1.4950
30	2.3917	2.1525	2.0143
35	2.6550	2.4984	2.4368
40	2.7848	2.5819	2.5847

* ค่าในตารางได้จากการเฉลี่ยค่าที่ได้จากการทดลอง จำนวน 3 ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดของน้ำมันกับระยะเวลาการทอด

จากตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด ต่อระยะเวลาการทอด พบว่าค่าความเป็นกรดของน้ำมันจากการทอดทั้งสามชนิด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการทอด การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดของน้ำมันทอด เป็นผลมาจาก การเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ของน้ำมัน ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ กลีเซอรอล (Glycerol) และกรดไขมันอิสระ (Free fatty acid) ซึ่งกรดไขมันที่เกิดขึ้นมีผลทำให้ค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น

จากตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.3 พบว่าค่าความเป็นกรดของน้ำมันที่ทอดไก่ที่ไม่มีตัวเคลือบมีค่าสูงในเกือบทุกค่าของการวัด รองลงมาคือน้ำมันจากการทอดไก่ที่เคลือบด้วยแป้ง และน้ำมันจากการทอดไก่ที่เคลือบขนมปังมีค่าความเป็นกรดต่ำที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

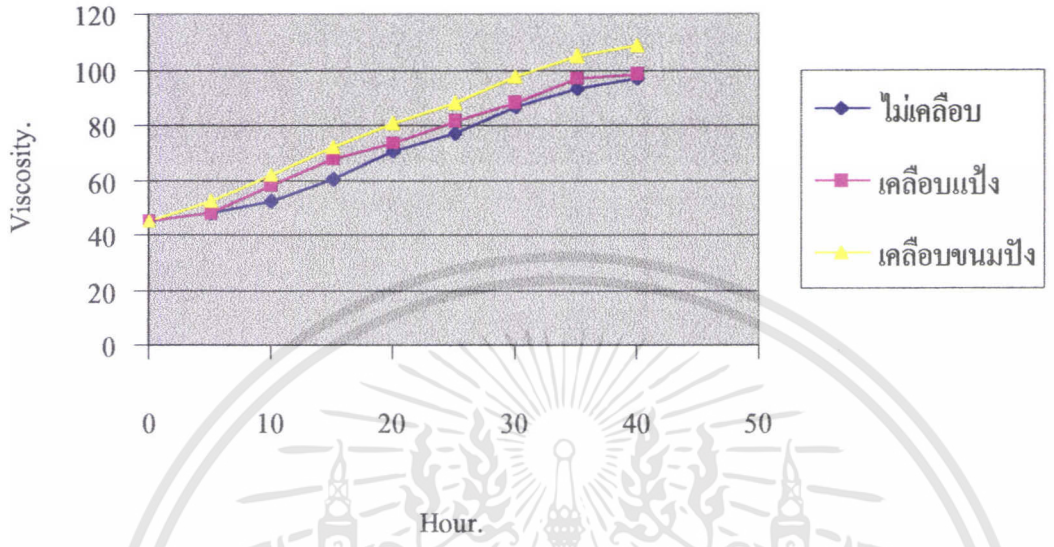
4.4 ค่าความหนืด (Viscosity)

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความหนืดของน้ำมันทอดไก่แบบไม่เคลือบ, เคลือบแป้ง และเคลือบขนมปังเป็นเวลา 40 ชั่วโมง

ชั่วโมง	ไม่เคลือบ	เคลือบแป้ง	เคลือบขนมปัง
0	44.9	44.9	44.9
5	47.7	48.1	52.6
10	52.1	58.0	61.5
15	60.5	67.5	72.0
20	70.4	73.3	80.7
25	76.9	81.5	88.3
30	86.2	88.2	97.4
35	93.3	96.9	105.0
40	96.5	98.2	108.7

* ค่าในตารางได้จากการเฉลี่ยค่าที่ได้จากการทดลอง จำนวน 3 ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนืดของน้ำมันกับระยะเวลาการทอด

จากตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าความหนืด ต่อระยะเวลาการทอด พบว่าค่าความหนืดของน้ำมันจากการทอดทั้งสามชนิด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการทอด การที่ความหนืดของน้ำมันเพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากการเกิดปฏิกริยาโพลีเมอไรเซชั่น (polymerization) ของน้ำมันทอด โดยการโพลีเมอไรเซชั่น เกิดจากการที่โมเลกุลของคาร์บอนในน้ำมันเกิดการจับตัวกันเอง เกิดเป็นโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักโมเลกุลสูง

จากตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.4 พบว่าน้ำมันจากการทอดไก่ที่เคลือบขนมปังมีความหนืดสูงในทุกๆค่าของการวัด รองลงมาคือน้ำมันจากการทอดไก่เคลือบแป้ง และน้ำมันจากการทอดไก่ที่ไม่มีตัวเคลือบมีค่าความหนืดต่ำสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

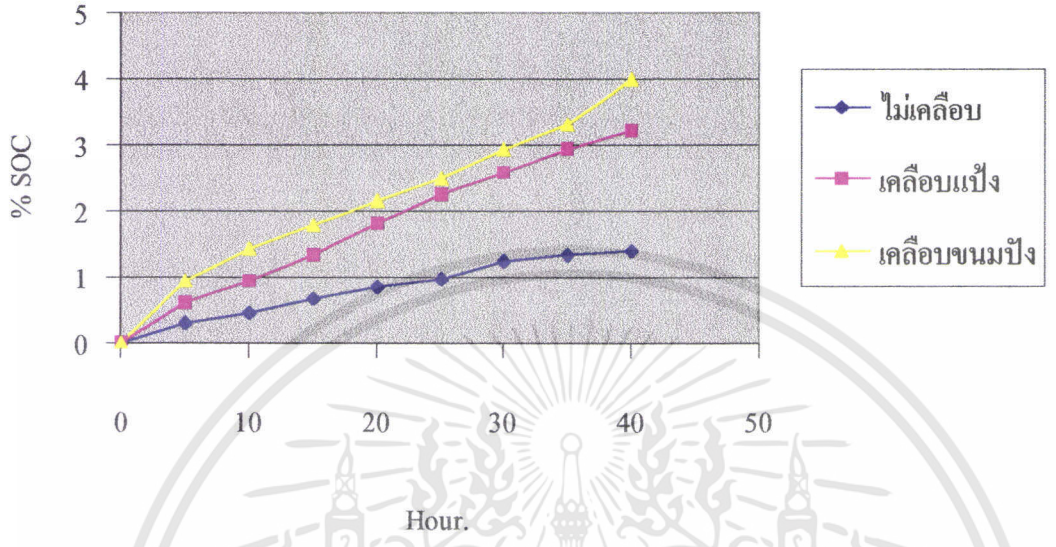
4.5 ปริมาณน้ำมันที่ผิวผลิตภัณฑ์ (Surface oil content ; %SOC)

ตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณน้ำมันที่ผิวผลิตภัณฑ์แบบไม่เคลือบ, เคลือบแป้ง และเคลือบขนมปังใน การทอดเป็นเวลา 40 ชั่วโมง

ชั่วโมง	ไม่เคลือบ	เคลือบแป้ง	เคลือบขนมปัง
0	0	0	0
5	0.31	0.61	0.93
10	0.46	0.94	1.41
15	0.67	1.32	1.78
20	0.84	1.81	2.16
25	0.96	2.25	2.47
30	1.25	2.57	2.94
35	1.34	2.95	3.29
40	1.40	3.21	4.01

* ค่าในตารางได้จากการเฉลี่ยค่าที่ได้จากการทดลอง จำนวน 3 ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำมันที่ผิวผลิตภัณฑ์กับระยะเวลาการทอด

จากตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำมันที่ผิวผลิตภัณฑ์ ต่อระยะเวลาการทอด พบว่าปริมาณน้ำมันที่ผิวผลิตภัณฑ์ ของน้ำมันจากการทอดทั้งสามชนิด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการทอด ซึ่งอาจเป็นผลมาจากค่าความหนืดที่เพิ่มขึ้น ทำให้น้ำมันเกาะที่บริเวณผิวมากขึ้น

จากตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.5 พบว่าปริมาณน้ำมันที่ผิวของไก่ที่เคลือบด้วยขนมปังมีค่าสูงที่สุดในทุกๆค่าของการวัด รองลงมาคือปริมาณน้ำมันที่ของไก่ที่เคลือบด้วยแป้ง ส่วนปริมาณน้ำมันที่ผิวของไก่ที่ไม่มีตัวเคลือบมีค่าน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 4.6 แสดงลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์แบบไม่เคลือบ, เคลือบแป้ง และเคลือบขนมปังที่ผ่านการทอดเป็นเวลา 40 ชั่วโมง

ชั่วโมง	ลักษณะผลิตภัณฑ์ (ไม่เคลือบ)		
	ภายนอก	ภายใน	กลิ่น
5	สีเหลือง หนังกรอบ	ผลิตภัณฑ์แห้ง สุกพอดี	หอมไก่ทอด
10	สีเหลือง หนังกรอบ	ผลิตภัณฑ์แห้ง สุกพอดี	หอมไก่ทอด
15	สีเหลือง หนังกรอบ	ผลิตภัณฑ์แห้ง สุกพอดี	หอมไก่ทอด
20	คล้ำเล็กน้อย หนังกรอบ	ผลิตภัณฑ์แห้ง สุกพอดี	หอมไก่ทอด
25	คล้ำเล็กน้อย หนังกรอบ	ผลิตภัณฑ์ชุ่มน้ำ สุกพอดี	กลิ่นหืนเล็กน้อย
30	คล้ำปานกลาง หนังกรอบ	ผลิตภัณฑ์ชุ่มน้ำ สุกพอดี	กลิ่นหืนเล็กน้อย
35	คล้ำปานกลาง หนังกรอบ	ผลิตภัณฑ์ชุ่มน้ำ สุกพอดี	กลิ่นหืนเล็กน้อย
40	คล้ำมาก หนังกรอบ	ผลิตภัณฑ์ชุ่มน้ำ สุกพอดี	กลิ่นหืนปานกลาง

ชั่วโมง	ลักษณะผลิตภัณฑ์(เคลือบแป้ง)		
	ภายนอก	ภายใน	กลิ่น
5	สีเหลือง ผิวนอกกรอบ	ผลิตภัณฑ์ชุ่มน้ำ สุกพอดี	หอมไก่ทอด
10	สีเหลือง ผิวนอกกรอบ	ผลิตภัณฑ์ชุ่มน้ำ สุกพอดี	หอมไก่ทอด
15	สีเหลือง ผิวนอกกรอบ	ผลิตภัณฑ์ชุ่มน้ำ สุกพอดี	หอมไก่ทอด
20	สีเหลือง ผิวนอกกรอบ	ผลิตภัณฑ์ชุ่มน้ำ สุกพอดี	กลิ่นหืนเล็กน้อย
25	คล้ำเล็กน้อย ผิวกรอบ	ผลิตภัณฑ์ชุ่มน้ำ สุกพอดี	กลิ่นหืนเล็กน้อย
30	คล้ำปานกลาง ผิวกรอบ	ผลิตภัณฑ์ชุ่มน้ำ สุกพอดี	กลิ่นหืนเล็กน้อย
35	คล้ำปานกลาง ผิวกรอบ	ผลิตภัณฑ์ชุ่มน้ำ สุกพอดี	กลิ่นหืนเล็กน้อย
40	คล้ำปานกลาง ผิวกรอบ	ผลิตภัณฑ์ชุ่มน้ำ สุกพอดี	กลิ่นหืนปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั่วโมง	ลักษณะผลิตภัณฑ์(เคลือบขนมปัง)		
	ภายนอก	ภายใน	กลิ่น
5	สีเหลือง ผิวนอกกรอบ	ผลิตภัณฑ์ชุ่มน้ำ สุกพอดี	หอมไก่และขนมปังทอด
10	สีเหลือง ผิวนอกกรอบ	ผลิตภัณฑ์ชุ่มน้ำ สุกพอดี	หอมไก่และขนมปังทอด
15	สีเหลือง ผิวนอกกรอบ	ผลิตภัณฑ์ชุ่มน้ำ สุกพอดี	หอมไก่และขนมปังทอด
20	คล้ำเล็กน้อย หนังกรอบ	ผลิตภัณฑ์ชุ่มน้ำ สุกพอดี	หอมไก่และขนมปังทอด
25	คล้ำเล็กน้อย หนังกรอบ	ผลิตภัณฑ์ชุ่มน้ำ สุกพอดี	กลิ่นหืนเล็กน้อย
30	คล้ำปานกลาง ผิวกรอบ	ผลิตภัณฑ์ชุ่มน้ำ สุกพอดี	กลิ่นหืนเล็กน้อย
35	คล้ำปานกลาง ผิวกรอบ	ผลิตภัณฑ์ชุ่มน้ำ สุกพอดี	กลิ่นหืนปานกลาง
40	คล้ำปานกลาง ผิวกรอบ	ผลิตภัณฑ์ชุ่มน้ำ สุกพอดี	กลิ่นหืนค่อนข้างมาก

จากตารางที่ 4.6 แสดงลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทอด พบว่า เวลาการทอดที่เพิ่มขึ้น จนกระทั่งถึงระยะสุดท้าย ไก่ที่ไม่มีตัวชุบเคลือบมีสีคล้ำลงมากจากการทอดครั้งแรกๆ และมีกลิ่นหืนปานกลาง ภายในเนื้อไก่มีความชุ่มน้ำเล็กน้อยเมื่อเทียบกับการทอดในระยะแรกๆ แต่ไก่ยังสุกพอดี

จากตารางที่ 4.6 แสดงลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทอด พบว่า เวลาการทอดที่เพิ่มขึ้น จนกระทั่งถึงระยะสุดท้าย ไก่ที่เคลือบด้วยแป้งมีสีคล้ำลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับการทอดครั้งแรกๆ ไก่เกิดกลิ่นหืนขึ้นปานกลาง ลักษณะภายในชิ้นไก่มีน้ำเล็กน้อย แต่ไก่ยังสุกพอดี

จากตารางที่ 4.6 ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทอด พบว่า เวลาการทอดที่เพิ่มขึ้น จนกระทั่งถึงระยะสุดท้าย ไก่ที่เคลือบด้วยขนมปังมีสีคล้ำลงเมื่อเทียบกับการทอดในระยะแรกๆ และเกิดกลิ่นหืนค่อนข้างมากในช่วงท้ายของการทดลอง อาจเกิดจากน้ำมันที่ผิวเกิดการออกซิเดชั่น เกิดเป็นกลิ่นหืน ภายในเนื้อไก่มีน้ำเล็กน้อยเมื่อเทียบกับการทอดในระยะแรกๆ แต่ไก่ยังสุกพอดี

อย่างไรก็ตาม มีรายงานว่าน้ำมันจะมีสีคล้ำขึ้นตามระยะเวลาการทอด (Yi-Change ,Rosana Moreira & X. Sun) ซึ่งอาจมีผลทำให้สีของไก่คล้ำลง ส่วนกลิ่นหืนที่เกิดขึ้นอาจเป็นผลมาจากการออกซิเดชั่นของน้ำมันบนชิ้นไก่ที่อุณภูมิห้อง พบว่าไก่ที่เคลือบด้วยขนมปังมีกลิ่นหืนมาก ซึ่งปริมาณน้ำมันบนผิวของไก่(%SOC)ของไก่ที่เคลือบด้วยขนมปังก็มีค่าสูงเช่นเดียวกัน

ลักษณะปรากฏภายนอกและกลิ่นของไก่ที่ทอดในแต่ละแบบมีความแตกต่างกัน แต่ลักษณะของกลิ่นหืนและน้ำภายในชิ้นไก่คล้ายกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดลองการศึกษาผลของตัวชุบเคลือบต่อคุณภาพของน้ำมัน

	Average change				
	Peroxide value	Iodine value	Acid value	Viscosity	%SOC
ไม่เคลือบ	0.3225[a]	-0.4504[a]	0.0645[a]	1.4307[a]	0.0353[a]
เคลือบแป้ง	0.3289[b]	-0.4176[b]	0.0593[b]	1.4403[a]	0.0802[b]
เคลือบขนมปัง	0.3266[c]	-0.4162[b]	0.0583[c]	1.6683[b]	0.0895[c]

จากตารางที่ 4.7 น้ำมันที่ได้จากไก่ที่ไม่มีตัวเคลือบแสดงค่าไอโอดีน และค่าความเป็นกรดสูง แสดงให้เห็นถึงอัตราการเสื่อมเสียสูงกว่า ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า อัตราการเสื่อมเสียที่สูงกว่าของน้ำมันจากการทอดไก่ที่ไม่มีตัวเคลือบ โดยวัดจากค่าความเป็นกรดและค่าไอโอดีน อาจเกิดจากชิ้นของผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการชุบเคลือบมีปริมาณน้ำกว่าไก่ที่มีการเคลือบด้วยแป้งและขนมปัง ปริมาณน้ำที่มากกว่าจึงก่อให้เกิดการไฮโดรไลซิสของน้ำมันทอดสูง ซึ่งส่งผลต่ออัตราการเสื่อมเสียของน้ำมันทอดด้วย ความชุ่มน้ำภายในชิ้นไก่ที่ปราศจากตัวเคลือบจะมีลักษณะแห้งเมื่อเทียบกับไก่ที่มีตัวเคลือบ ตัวเคลือบอาจมีส่วนช่วยชลอการระเหยของไอน้ำจากชิ้นไก่สู่น้ำมันทอด อย่างไรก็ตาม น้ำในผลิตภัณฑ์จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีขึ้นหลายแบบเช่น การไฮโดรไลซิส ,การออกซิเดชั่น ซึ่งมีผลทำให้น้ำมันเสื่อมเสีย

มีรายงานว่าปริมาณน้ำมีส่วนทำให้น้ำมันเสื่อมเสียในอัตราเร็วสูง รองลงมาคือเกลือและน้ำตาล (Yan-Hwa และ Shiuan Luo,1994)

น้ำมันที่ได้จากการทอดไก่เคลือบแป้ง และเคลือบขนมปังแสดงค่าเปอร์ออกไซด์สูง แสดงให้เห็นว่าน้ำมันที่ได้จากการทอดไก่ที่เคลือบแป้งและเคลือบขนมปัง มีอัตราการเสื่อมเสียที่เกิดจากการออกซิเดชั่นของน้ำมันสูงกว่า อาจเป็นผลมาจากเศษแป้งและขนมปังที่หลุดออกจากชิ้นของผลิตภัณฑ์ในขณะทอด ซึ่งอาจมีผลต่อการเร่งการเกิดออกซิเดชั่นของไขมัน

น้ำมันจากการทอดไก่ที่เคลือบด้วยขนมปังจะแสดงค่าความหนืดและปริมาณน้ำมันที่ผิวสูง สาเหตุที่ค่าความหนืดสูงอาจเป็นผลมาจากการปนเปื้อนของไข่แดงที่ใช้ในการยึดเศษขนมปังให้ติดกับชิ้นไก่ การปนเปื้อนของไข่แดงลงสู่น้ำมันทอดจะมีผลทำให้ความหนืดของน้ำมันเพิ่มขึ้น (Weiss T.J., 1970) ส่วนการที่มีปริมาณน้ำมันที่ผิวสูง อาจเกิดจากเศษขนมปังสามารถอุ้มน้ำมันไว้ได้มากกว่าผิวของไก่ที่ปราศจากตัวเคลือบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างการวิเคราะห์น้ำมันทอด

1. ทอดไก่แบบไม่เคลือบ

	HOUR	PV	IOV	ACV	VISCO	SOC
HOUR		0.878	-0.929	0.991	0.993	0.991
PV			-0.923	0.902	0.865	0.911
IOV				-0.910	-0.896	-0.959
ACV					0.995	0.987
VISCO						0.983
SOC						

2. ทอดไก่แบบเคลือบแป้ง

	HOUR	PV	IOV	ACV	VISCO	SOC
HOUR		0.921	-0.959	0.989	0.994	0.997
PV			-0.965	0.904	0.938	0.941
IOV				-0.925	-0.957	-0.976
ACV					0.990	0.982
VISCO						0.993
SOC						

3. ทอดไก่แบบเคลือบขนมปัง

	HOUR	PV	IOV	ACV	VISCO	SOC
HOUR		0.945	-0.985	0.982	0.997	0.990
PV			-0.974	0.896	0.966	0.934
IOV				-0.940	-0.990	-0.988
ACV					0.976	0.954
VISCO						0.984
SOC						

จากตารางที่ 4.8 จะพบว่าในแต่ละวิธีการทดลอง มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ($P < 0.05$) ค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันที่ใช้ทอดไก่เคลือบขนมปังมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรดน้อย ส่วนน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มันที่ใช้ทอดไก่ไม่เคลือบ พบว่าค่าเปอร์ออกไซด์และค่าไอโอดีนมีความสัมพันธ์กับค่าความหนืดน้อยกว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอื่นๆ

ทั้งนี้ความสอดคล้องกับการทดลองของ Yi-Change ,Rosana Moreira & X. Sun ที่รายงานว่าค่าความหนืด, สีของน้ำมัน และปริมาณน้ำมันที่ผิวผลิตภัณฑ์มีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด และค่าความเป็นกรดมีความสัมพันธ์ระยะเวลาการทอด

จากการทดลองการทอดไก่โดยใช้ตัวเคลือบที่แตกต่างกัน พบว่าน้ำมันที่ได้จากการทอดไก่ที่ปราศจากตัวเคลือบมีอัตราการเสื่อมเสียที่แตกต่างกับน้ำมันจากการทอดไก่ที่เคลือบขนมปังอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยการเสื่อมเสียที่วัดจากค่าความเป็นกรดและค่าไอโอดีนเกิดขึ้นกับน้ำมันที่ทอดไก่ไม่เคลือบมากที่สุด รองลงมาคือน้ำมันทอดไก่เคลือบแป้ง ส่วนน้ำมันทอดไก่เคลือบขนมปังมีอัตราการเสื่อมเสียในค่าความเป็นกรดและค่าไอโอดีนน้อยที่สุด

น้ำมันที่ได้จากการทอดไก่เคลือบแป้งแสดงค่าเปอร์ออกไซด์สูง รองลงมาคือน้ำมันจากการทอดไก่เคลือบแป้ง ส่วนน้ำมันทอดไก่ที่ไม่มีตัวเคลือบแสดงค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำที่สุด โดยทั้งสามแบบอัตราการเสื่อมเสียที่วัดจากค่าเปอร์ออกไซด์ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

จากการทดลองวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวแปรที่ทดสอบทุกตัวอันได้แก่ ค่าเปอร์ออกไซด์ , ค่าไอโอดีน , ค่าความเป็นกรด , ค่าความหนืด และน้ำมันที่ผิวของผลิตภัณฑ์พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทอลอง

ผลิตภัณฑ์ไก่ทอดที่มีการเคลือบขนมปังที่ผ่านการทอดแบบน้ำมันท่วม (Deep Fat Frying)จะมีลักษณะปรากฏดีกว่าผลิตภัณฑ์ไก่ทอดที่เคลือบแป้งและไม่มีตัวเคลือบตามลำดับ แม้ระยะเวลาที่ใช้ในการทอดผลิตภัณฑ์ของน้ำมันจะเพิ่มมากขึ้นก็ตาม ผลิตภัณฑ์ไก่ทอดที่เคลือบด้วยขนมปังก็ยังคงมีลักษณะปรากฏที่ดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีตัวเคลือบหรือเคลือบแป้ง ทั้งนี้เพราะการเคลือบขนมปังจะทำให้สีและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ภายหลังการทอดดีขึ้น ซึ่งการเคลือบขนมปังยังสามารถป้องกันการดูดซับน้ำมันและการไหม้เกรียมรอบ ๆ อาหาร รวมทั้งยังป้องกันความร้อนของน้ำมันขณะทอดได้ดี ทำให้ผลิตภัณฑ์หลังการทอดนุ่มและชุ่มน้ำน่ารับประทาน แต่ทั้งนี้สีของผลิตจะเข้มขึ้นเมื่อระยะเวลาที่ใช้ในการทอดผลิตภัณฑ์ของน้ำมันมากขึ้น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ไก่ทอดที่ไม่มีตัวเคลือบเลยจะมีสีเข้มกว่าผลิตภัณฑ์ที่เคลือบแป้งและเคลือบขนมปัง นอกจากนี้แล้วตัวเคลือบขนมปังยังส่งผลให้ผลิตภัณฑ์อุ้มน้ำมันไว้ได้มากขึ้น จึงทำให้ปริมาณเปอร์เซนต์น้ำมันที่ผิวผลิตภัณฑ์สูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่เคลือบแป้งและเคลือบขนมปังตามลำดับ

น้ำมันที่ผ่านการทอดผลิตภัณฑ์ไก่ทอดที่เคลือบขนมปังจะมีอัตราการเสื่อมเสียได้ช้ากว่าผลิตภัณฑ์ที่มีการเคลือบแป้งและไม่มีตัวเคลือบ ทั้งนี้ตัวเคลือบขนมปังมีส่วนช่วยลดการระเหยของไอน้ำจากชิ้นไก่สู่น้ำมันทอดได้ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เช่น การไฮโดรไลซิส, การออกซิเดชั่นน้อยลง ซึ่งตรวจวิเคราะห์ได้จาก ค่าความเป็นกรด และค่าไอโอดีน แต่ทั้งนี้น้ำมันที่ผ่านการทอดไก่ที่มีตัวเคลือบขนมปังและเคลือบแป้งก็มีค่าเปอร์ออกไซด์สูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการเคลือบ เนื่องจากมีการปนเปื้อนของเศษขนมปังและเศษแป้งลงสู่น้ำมันขณะทอดซึ่งมีผลต่อการเร่งการเกิดออกซิเดชั่นของไขมัน นอกจากนี้แล้วตัวเคลือบขนมปังยังส่งผลให้น้ำมันเกิดความหนืดได้มากกว่าผลิตภัณฑ์ที่เคลือบแป้งและไม่มีตัวเคลือบตามลำดับ เนื่องจากเกิดการปนเปื้อนของไข่แดงที่เป็นตัวยึดขนมปังให้ติดกับชิ้นไก่จึงทำให้น้ำมันเกิดความหนืดได้มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กองวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2530. "น้ำมันปรุงอาหาร." อาหาร 17, 4: 244 – 246

_____. 2533. "น้ำมันบริโภค." วารสารวิจัยและพัฒนา สจช. 13, 1:39 - 41

_____. 2538. "พิษที่เกิดจากน้ำมันพืช." ข่าวสาร กฟผ. 25, 7: 28

มณฑาทิพย์ ยุ่นฉลาด. 2535. "คุณภาพของน้ำมันทอด." อาหาร 22, 2: 8-12

ศศิเกษม ทองยงค์ และ พรรณี เดชกำแหง. 2530. เคมีอาหารเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

อรณา ไชยวรรัตน์, ยินดี สุวีระ และ เทวี กาญจนสุมน. 2528. "การศึกษาคุณภาพน้ำมันและไขมันปรุงอาหาร." วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 27, 1: 37 – 48

Lawson, Henry w. 1985. Standard for fat and oil. V 5. AVI Publishing Company, Inc, USA. 235 p.

Penfield, Majoric p. 1990. Experimental food science. 3rd ed. Unoxville Harcout Foranorich, Publishing. Tennessy. 541 p.

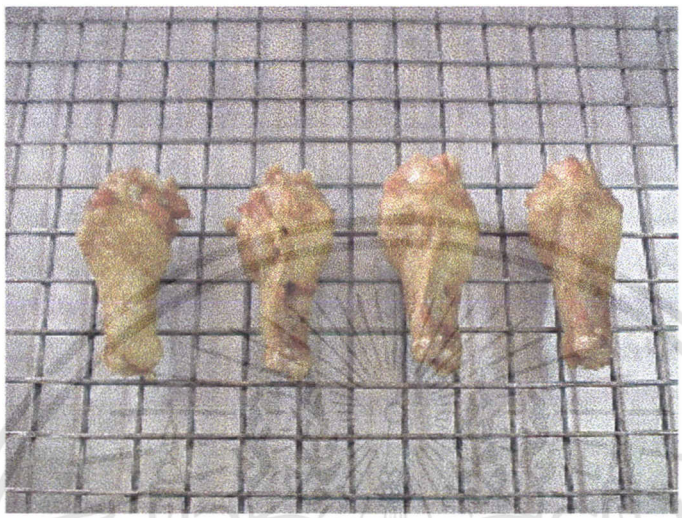
Theodor J. Weiss, Ph.D. 1970. Food Oil and Their Uses. AVI Publishing Company, D.C.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

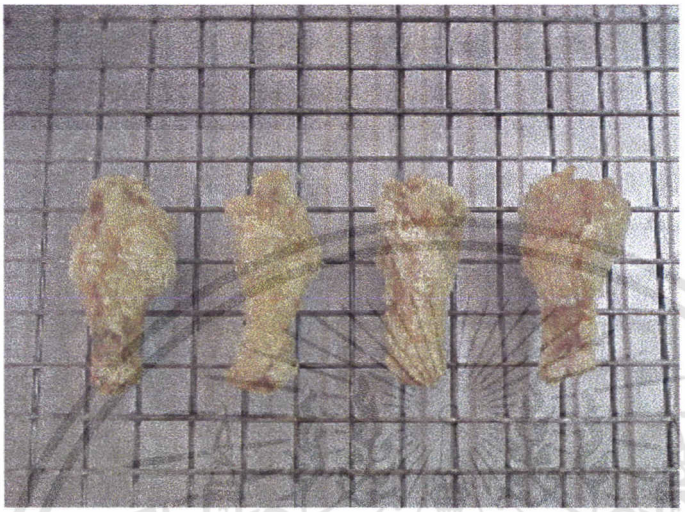
ภาคผนวก ก



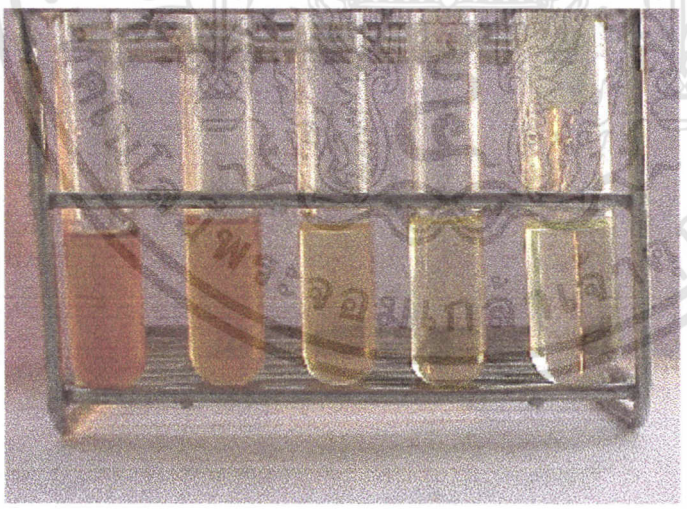
ภาพที่ ก.1 ผลิตภัณฑ์ไก่ทอดแบบไม่มีตัวเคลือบ

ภาพที่ ก.2 ผลิตภัณฑ์ไก่ทอดแบบมีตัวเคลือบขนมปัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



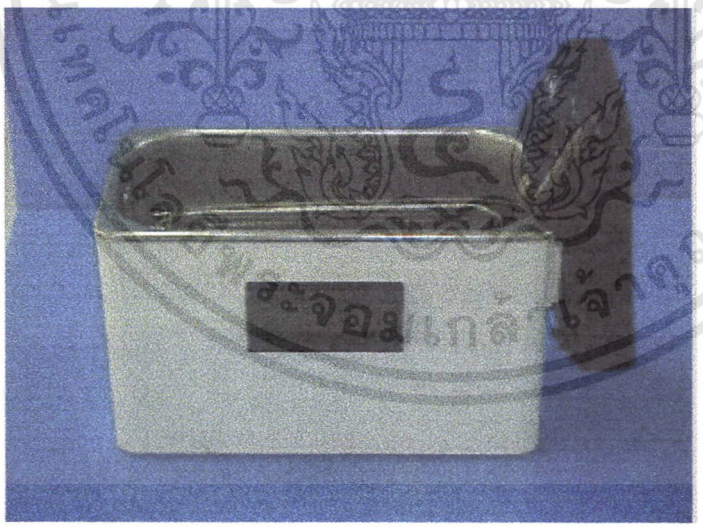
ภาพที่ ก.3 ผลิตภัณฑ์ไก่ทอดแบบมีตัวเคลือบแป้ง



ภาพที่ ก.4 การเปลี่ยนแปลงสีของน้ำมันทอด

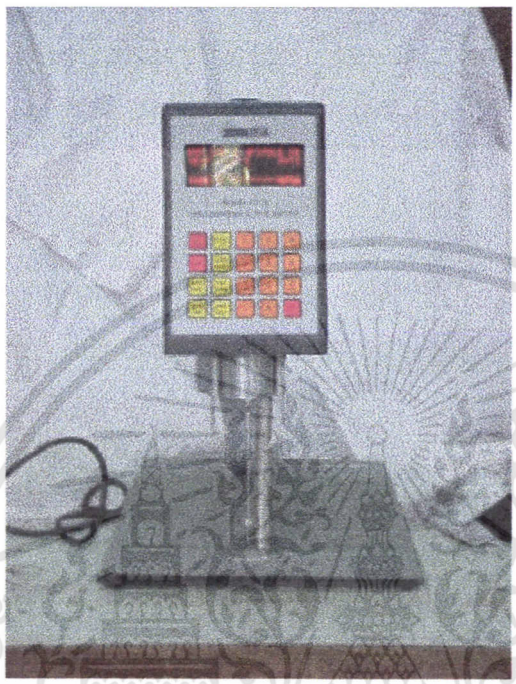
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ก.5 วัตถุดิบที่ใช้ในการหมักและทอดไก่



ภาพที่ ก.6 หม้อทอดที่ใช้ทอดแบบ Deep Fat Frying

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ก.7 เครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การตรวจวิเคราะห์ทางเคมี

คุณสมบัติทางเคมีที่นิยมตรวจวิเคราะห์เพื่อใช้ในการชี้บ่งชนิดและคุณภาพของไขมันและน้ำมัน ได้แก่ ค่าไอโอดีน, ค่าความเป็นกรด และค่าเปอร์อออกไซด์ เป็นต้น

ก. การวิเคราะห์หาค่าไอโอดีน (Iodine Value)

ค่าไอโอดีนของไขมันหรือน้ำมันใด ๆ คือจำนวนกรัมของไอโอดีนที่ถูก absorb โดยไขมันหรือน้ำมันจำนวน 100 กรัม

กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่เป็นส่วนประกอบของไขมันหรือน้ำมัน จะทำปฏิกิริยากับไอโอดีนที่ตำแหน่งพันธะคู่ของโมเลกุล ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ในที่มือไม่มีแสง ถ้ามีจำนวนพันธะคู่มาก ไอโอดีนจะถูก absorb มาก ดังนั้นจึงใช้ค่าไอโอดีนเป็นตัวชี้บ่ง degree of unsaturation ของกรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในโมเลกุลของไขมันหรือน้ำมันตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์

สารเคมีที่ใช้

1. Wijs' solution เตรียมได้โดยละลายไอโอดีนไตรคลอไรด์ 8 กรัม กรดอะซิติค (glacial) จำนวน 200 มิลลิลิตร และละลายไอโอดีน 9 กรัม ในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ จำนวน 300 มิลลิลิตร แล้วนำสารละลายทั้งสองมาผสมเข้าด้วยกัน ปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร

2. สารละลายโปแตสเซี่ยมไอโอไดด์ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เตรียมได้โดยชั่งโปแตสเซี่ยมไอโอไดด์มา 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับให้ได้ปริมาตรทั้งหมด 100 มิลลิลิตร ใน volumetric flask

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตมาตรฐานความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เตรียมได้โดยชั่งโซเดียมไธโอซัลเฟตมา 24.82 กรัม ละลายในน้ำแล้วปรับให้ได้ปริมาตรทั้งหมด 1 ลิตร ใน volumetric flask

4. น้ำแป้งความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เตรียมได้โดยชั่งแป้งมา 1 กรัม ละลายในน้ำ 100 มิลลิลิตร แล้วต้มให้เดือดทิ้งไว้ให้เย็นก่อนนำมาใช้ และเตรียมทันทีก่อนใช้

วิธีทำ การหาค่าไอโอดีนต้องทำ blank ไปพร้อมกันโดยไม่ต้องใส่น้ำมันตัวอย่างลงไปและต้องทำตัวอย่างสองซ้ำพร้อมกัน

ชั่งน้ำมันตัวอย่างหรือไขมันเหลวตัวอย่าง (ใช้ประมาณ 5-10 หยด) ชั่งอย่างถูกต้องที่สุดด้วยทศนิยม 4 ตำแหน่ง ใส่ลงในฟลาสต์ขนาด 400 มิลลิลิตร เติมคาร์บอนเตตระคลอไรด์ลงไป 10 มิลลิลิตร (ใช้กระบอกตวง)ใส่ลงในฟลาสต์ตัวอย่างและblank เขย่าให้น้ำมันละลายโดยวิธีแกว่งฟลาสต์ไปรอบ ๆ เติมสารละลาย Wijs ลงไป 20 มิลลิลิตร โดยใช้ปิเปตที่แห้งสนิทและใช้ pipette filler เขย่าฟลาสต์ไปรอบ ๆ อย่างรวดเร็ว ปิดจุก และเก็บไว้ในที่มืดทันที นานอย่างน้อย 30 นาที เติมสารละลายโปแตสเซี่ยมไอโอไดด์ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ลงไป 15 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปไตเตรทหาปริมาณไอโอดีนที่เหลือด้วยสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตความเข้มข้น 0.1 โมล่าร์ ขณะทำการไตเตรทต้องเขย่าฟลาสต์โดยวิธีแกว่งไปรอบ ๆ อยู่ตลอดเวลา เมื่อสารละลายในฟลาสต์มีสีเหลืองอ่อน หยุดไตเตรท เติมน้ำแป้งลงไป 2-3 หยด เพื่อเป็นอินดิเคเตอร์ เขย่าสารละลายในฟลาสต์จะกลายเป็นสีฟ้า ทำการไตเตรทต่ออย่างช้า ๆ และระมัดระวังและต้องเขย่าอยู่ตลอดเวลา ไตเตรทต่อจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นไม่มีสี จดปริมาตรของสารละลายโซเดี่ยมไธโอซัลเฟตที่ใช้กับน้ำมันตัวอย่างมีค่า = a มิลลิลิตร และที่ใช้กับ blank มีค่า = b มิลลิลิตร

ถ้า b-a มากกว่า b/2 ต้องทำการทดลองใหม่โดยใช้น้ำมันตัวอย่างให้น้อยลง

ข้อควรปฏิบัติ ปริมาตรของสารละลาย Wijs ที่ใช้สำหรับตัวอย่างและ blank ต้องพยายามปิเปตให้เท่ากัน โดยใช้ปิเปตอันเดียวกันและใช้ pipette filler ห้ามใช้ปากดูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

a = ปริมาตรเป็นมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ที่ใช้ในการไตเตรทกับน้ำมันตัวอย่าง

b = ปริมาตรเป็นมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ที่ใช้ในการไตเตรทกับ blank

ค่าไอโอดีนของไขมันหรือน้ำมันแต่ละชนิดจะคงที่ ยกเว้นเมื่อไขมันหรือน้ำมันเกิด oxidative rancidity จะทำให้ค่าไอโอดีนลดลง

ข. การวิเคราะห์ความเป็นกรด (Acid Value)

Acid value ของไขมันหรือน้ำมัน คือจำนวนมิลลิกรัมของโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยากับกรดไขมันอิสระที่มีอยู่ในไขมันหรือน้ำมัน 1 กรัม เป็นกลางพอดี ผลการทดลองอาจจะคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันอิสระก็ได้

ค่า Acid value ที่วิเคราะห์ได้ ใช้เป็นตัวชี้บ่งว่าไตรกลีเซอไรด์ที่มีอยู่ในไขมันหรือน้ำมันถูกทำลายด้วยเอนไซม์ไลเปสเป็นกรดไขมันอิสระมากน้อยเพียงใด ถ้าค่า A.V.สูง แสดงว่าไตรกลีเซอไรด์ถูกทำลายได้เป็นกรดไขมันอิสระมาก แสดงว่ามีการหืนชนิด hydrolytic rancidity เกิดขึ้นแก่ไขมันหรือน้ำมันนั้น ความร้อน ความชื้น และแสงช่วยให้การหืนเกิดได้เร็วขึ้น

วิธีทำ เตรียมตัวทำละลายผสมโดยใช้ไดเอธิลอีเทอร์ 25 มิลลิลิตร รวมกับเอทิลแอลกอฮอล์ 25 มิลลิลิตร เติมสารละลายฟีนอฟธาลีนความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ลงไป 1 มิลลิลิตรค่อย ๆ ไตเตรทตัวทำละลายผสมให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ (ใช้ด่างประมาณ 2-3 หยด)

ชั่งน้ำมันตัวอย่างให้ทราบน้ำหนักแน่นอน (ใช้ประมาณ 2-5 กรัม) ใส่ในฟลาสต์ขนาด 125 มิลลิลิตร ที่แห้งสนิท เทตัวทำละลายผสมที่เป็นกลางลงไปละลายน้ำมันตัวอย่าง ไตเตรทด้วยสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เขย่าขณะทำการไตเตรทจนกระทั่งได้สีชมพูซึ่งคงตัวอยู่นานเกิน 15 วินาที จดปริมาตรของด่างที่ใช้ การไตเตรทไม่ควรใช้สารละลายด่างเกิน 10 มิลลิลิตร ถ้าใช้มากกว่า 10 มิลลิลิตร ต้องทำการทดลองใหม่ โดยใช้น้ำมันตัวอย่างให้น้อยลง

$$\text{วิธีคำนวณ} \quad \text{Acid Value} = \frac{v \times 5.61}{w}$$

v = จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ที่ใช้

w = น้ำหนักของน้ำมันตัวอย่างที่ใช้

ถ้าต้องการคำนวณเป็นปริมาณของกรดไขมันอิสระ ให้คำนวณอยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์กรดปาล์มิติค (ใช้กับน้ำมันปาล์ม) หรือกรดลอริค (ใช้กับน้ำมันมะพร้าวและน้ำมัน palm-kernel) หรือกรดโอเลอิค (ใช้กับน้ำมันอื่น ๆ) คำนวณได้จากค่ามาตรฐานดังนี้

1 มิลลิลิตรสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ทำปฏิกิริยาสมมูลย์พอดีกับกรดโอเลอิค 0.0282 กรัม หรือกรดปาล์มิติค 0.0256 กรัม หรือกรดลอริค 0.0200 กรัม

โดยปกติน้ำมันจะมีปริมาณกรดไขมันอิสระประมาณ 0.5-1.5 เปอร์เซ็นต์ ในรูปของกรดโอเลอิค

ค. การวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Value)

ค่าเปอร์ออกไซด์(peroxide value) คือ จำนวนมิลลิกรัมสมมูลย์ (milliequivalent) ของเปอร์ออกไซด์ที่มีในน้ำมัน 1 กิโลกรัม ค่าเปอร์ออกไซด์จะบอกให้ทราบถึงปริมาณของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่ถูกออกซิไดซ์เป็นสารประกอบเปอร์ออกไซด์ในน้ำมันจะทำให้เกิดการเหม็นหืน

วิธีทำ ชั่งน้ำมันตัวอย่างให้ทราบน้ำหนักแน่นอน (ใช้ประมาณ 5 กรัม) ใส่ลงในฟลาสค์ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่แห้งสนิท เทตัวทำละลายผสม 3:2 HOAc-CHCl (3:2 Acitic acid-Chloroform)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลาย เติมสารละลายโปแตสเซียมที่อิ่มตัว 0.5 มิลลิลิตร แล้วเขย่าอีก 1 นาที จึงเติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร เติม 1%น้ำแป้ง 0.5 มิลลิลิตร เพื่อเป็นอินดิเคเตอร์ ไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.01 โมลาร์ พร้อมเขย่าจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากมีสีเป็นไม่มีสี จดปริมาตรของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้กับน้ำมันตัวอย่าง = a มิลลิลิตร และที่ใช้กับ blank = b มิลลิลิตร

วิธีคำนวณ ค่าเปอร์ออกไซด์ = $\frac{(a-b) \times N}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้เป็นกรัม}}$

a = ปริมาตรเป็นมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ในการไตเตรทกับน้ำมันตัวอย่าง

b = ปริมาตรเป็นมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ในการไตเตรทกับ blank

N = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ในการไตเตรทกับน้ำมันตัวอย่างและ blank

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

เป็นการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมัน และผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทอด เช่นสี ความหนืด โดยใช้เครื่องเฉพาะที่ออกแบบมาสำหรับการวิเคราะห์นั้น ๆ ซึ่งจะให้ค่าเป็นตัวเลขที่แน่นอน

ก. การวัดสีของน้ำมัน

- โดยใช้ Lovibond Tintometer

ข. การวัดความหนืดของน้ำมัน

- โดยใช้ Brookfied viscometer

ค. ปริมาณน้ำมันที่ผิว (Surface Oil Content ; SOC)

1. ชั่งน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ (P) และน้ำหนักของบิกเกอร์ (A) ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน
2. จุ่มผลิตภัณฑ์ที่ชั่งน้ำหนักแล้วลงในบิกเกอร์ที่มี Petroleum ether อยู่โดยตรง โดยเมื่อจุ่มลงไปแล้ว Petroleum ether จะท่วมชิ้นผลิตภัณฑ์ทั้งหมดได้ แล้วยกผลิตภัณฑ์ขึ้นทันที
3. นำบิกเกอร์ไประเหย Petroleum ether ออกให้หมดแล้วชั่งน้ำหนัก (B)
4. หาปริมาณน้ำมันที่ผิวของผลิตภัณฑ์ได้จาก

$$\%SOC = \frac{(B-A)}{P}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายชาลี มลิซ้อน เกิดเมื่อวันพฤหัสบดีที่ 16 มีนาคม 2521 สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมจากโรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชน์ บางขุนเทียน กรุงเทพฯ ในปี พ.ศ.2538 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ป.ส.ว.) จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ คณะเทคนิคเคมี ในปี พ.ศ.2541 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) จากภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาวนภาพร พุฒขาว เกิดเมื่อวันอังคารที่ 3 พฤษภาคม 2520 สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ ในปี พ.ศ.2535 สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสมุทรปราการ จ.สมุทรปราการ ในปี พ.ศ.2538 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ป.ว.ส.) จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ คณะเทคนิคเคมี ในปี พ.ศ.2541 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) จากภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ.2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้