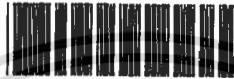


สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การประเมินคุณภาพน้ำมันทอดอาหารของร้านค้าแผงลอยในเขตบางบอน บางขุนเทียน
และตลิ่งชัน

QUALITY ASSESSMENT OF FOOD FRYING OIL FROM STALL STAND
SHOPS IN BANGBON BANGKHUNTIAN AND TALINGCHAN AREA



T117055



อัญชลี ชื่นสงวน

ANCHALEE CHUENSANGUAN

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 117055
วันเดือนปี 23 ส.ย. 2554

b.....
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสุขภาพิบาลอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2553

KMITL-2010-AI-M-054-096

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**QUALITY ASSESSMENT OF FOOD FRYING OIL FROM STALL STAND
SHOPS IN BANGBON BANGKHUNTIAN AND TALINGCHAN AREA**



ANCHALEE CHUENSANGUAN

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN FOOD SANITATION
FACULTY OF AGRO-INDUSTRY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2010

KMITL-2010-AI-M-054-096

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2010

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

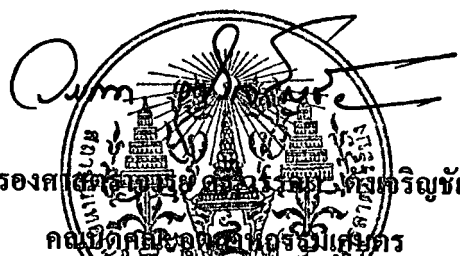
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การประเมินคุณภาพน้ำมันทอดอาหารของร้านค้าแผงลอยในเขตบางบอน
บางขุนเทียน และตลิ่งชัน
Quality assessment of food frying oil from stall stand shops in Bangbon,
Bangkhuntian and Talingchan area

ชื่อนักศึกษา นางสาวอัญชติ ชื่นสงวน
รหัสประจำตัว 48068774
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา สุขากิจาอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.พอใจ ถามากร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.พอใจ ถามากร รศ.ดร.อดิศร เสวตวิวัฒน์ ดร.กิตติชัย บรรจง รศ.ดร.ประภาพร ขอไพบุลย์	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ 19 ตุลาคม 2553 เวลา 13.00 น. เป็นต้นไป
สถานที่สอบ ณ ห้อง A 302 อาคารเจ้าคุณทหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตรรับรองแล้ว


(รองศาสตราจารย์ ดร.พอใจ ถามากร วิชาสุขากิจาอาหาร)
คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 22 ตุลาคม พ.ศ. 53

สำนักทะเบียนและประมวลผล สรท.
วันที่ส่งเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์
วันที่ 09 เดือน 10 พ.ศ. 2553

ออกสารสำนักทะเบียนและประมวลผล สรท. เพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุยให้ผู้อื่นนำไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่าในกรณีใดๆ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินคุณภาพน้ำมันทอดอาหารของร้านค้าแผงลอยในเขตบางบอน บางขุนเทียน และตลิ่งชัน
นักศึกษานักศึกษา	นางสาวอัญชลี ชื่นสงวน
รหัสประจำตัว	48068774
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สุขาภิบาลอาหาร
พ.ศ.	2553
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.พอใจ ถามาร

บทคัดย่อ

จากการสุ่มตัวอย่างน้ำมันทอดอาหารจากร้านค้าแผงลอย ในเขตบางบอน บางขุนเทียนและตลิ่งชันของกรุงเทพฯ โดยแบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ผลิตภัณฑ์จากแป้ง(ในที่นี้ใช้ปาท่องโก๋) จำนวน 50 ตัวอย่างและผลิตภัณฑ์กลุ่มเนื้อสัตว์ ได้แก่ ไก่ ปลา ลูกชิ้น และหมูจำนวน 50 ตัวอย่าง โดยการนำไปตรวจวัดปริมาณสารประกอบมีซัลฟูและค่าสี รวมถึงการสัมพัทธ์พฤติกรรมกรรมการดำเนินการของผู้ประกอบการในระหว่างทำการทอดเกี่ยวกับการจัดเก็บน้ำมันใช้แล้วเพื่อนำไปใช้ต่อและการใช้เกณฑ์ในการเปลี่ยนน้ำมัน ในส่วนของค่าสารประกอบมีซัลฟูของน้ำมันทอดปาท่องโก๋ พบว่า ร้อยละ 94 ของตัวอย่างยังมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ25) จากข้อมูลเมื่อมีการเติมน้ำมันจำนวนครั้งมากขึ้นจะมีแนวโน้มของสารประกอบมีซัลฟูสูงขึ้น โดยพบตัวอย่างน้ำมันที่ผ่านการเติมน้ำมันครั้งที่ 4 มีปริมาณสารประกอบมีซัลฟูสูงกว่าร้อยละ 25 เมื่อตรวจวัดด้วยเครื่อง FOM ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงทางค่าสีของน้ำมันมีแนวโน้มสูงขึ้นเช่นกัน โดยค่าความสว่างจะมีแนวโน้มลดลง เมื่อพิจารณาคุณภาพของน้ำมันทอดเนื้อสัตว์ พบว่า น้ำมันทอดไก่มีค่าสารประกอบมีซัลฟูสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันทอดเนื้อสัตว์อื่นๆ ได้แก่ ปลา ลูกชิ้นและหมู โดยมีค่าเฉลี่ยของค่าสารประกอบมีซัลฟูเมื่อตรวจวัดด้วยเครื่อง 3MPCT ร้อยละ 15.68 และเครื่องวัด FOM ร้อยละ 19.58 ทางด้านสีของน้ำมัน พบว่าน้ำมันทอดปลา มีค่าความสว่างต่ำที่สุด (L^* เท่ากับ 47.10) ในขณะที่น้ำมันทอดลูกชิ้นมีค่าความสว่างสูงที่สุด (L^* เท่ากับ 79.54) และเมื่อพิจารณาการจัดเก็บน้ำมันใช้แล้วพบว่าส่วนใหญ่จะเก็บในภาชนะบรรจุที่เปิดสนิทและตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง และเมื่อพิจารณาการใช้เกณฑ์เพื่อเปลี่ยนน้ำมันของผู้ประกอบการพบว่าการใช้เกณฑ์ในการเปลี่ยนน้ำมันของการทอดผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จะใช้จำนวนเกณฑ์มากกว่าการทอดปาท่องโก๋ เนื่องจากส่วนประกอบในสูตรของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มีจำนวนมากกว่าปาท่องโก๋

Thesis Title	Quality assessment of food frying oil from stall stand shops in Bangbon, Bangkhuntian and Talingchan area
Student	Miss Anchalee Chuensanguan
Student ID.	48068774
Degree	Master of Science
Program	Food Sanitation
Year	2010
Thesis Advisor	Assist.Prof. Dr. Porjai Thamakorn

ABSTRACT

The survey of food frying oil from stall stand shops in Bangbon , Bangkhuntian and Talingchan area was conducted. It was done on two food categories : fried starch product (deep-fried dough stick, 50 samples) and fried meat products e.g. chicken, fish, meat ball and pork (50 samples). The measuring of total polar compounds content and color parameters (L^* , a^* , b^*) of frying oils and also interviewing with the vendor about keeping used-oil and manually indexes for making decision on oil discarded were performed. It was found that 94% of dough stick frying oil samples contained polar compounds within limited range (below 25%). Many more times of fresh oil filled-up during frying, higher polar compound was obserbed. Oil which were filled-up with fresh oil four times got higher polar compounds, higher than 25% by measuring with FOM method, and also more changing in color parameters was happened. For fried meat products, polar compounds in fried chicken oils were the highest polar compound than other meat products, values was 15.68% from 3MPCT and 19.58% from FOM method. Whereas, lightness (L^*) of fried fish oil was the lowest ($L^* = 47.10$), and of fried meat ball oil in tightly colored container and stored at room temperature. More number of indexes were used for oil discarded in meat products, since more ingredients were presented in recipe.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. พอใจ งามากร ที่ได้ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้ความรู้ คำแนะนำ ข้อคิดเห็นและให้คำปรึกษาแก่ข้าพเจ้าตลอดมา ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. อติศร เสวตวิวัฒน์ ดร. กิตติชัย บรรจง และ รศ.ดร.ประภาพร ขอไพบุลย์ อาจารย์ผู้เป็นกรรมการควบคุมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งคอยช่วยแก้ไขข้อบกพร่องและให้คำแนะนำงานวิจัยจนงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ทุกคนที่ช่วยเหลือในการปฏิบัติงาน ให้คำแนะนำและคำปรึกษาในด้านต่างๆ และขอขอบคุณบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวไว้ในที่นี้ ที่ให้การสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆตลอดมา

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และญาติสนิทมิตรสหาย สำหรับความรัก ความห่วงใย ความเข้าใจ กำลังใจที่มีให้และการสนับสนุนในทุกด้านตลอดมา และสุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้แก่บิดา มารดา ครูอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขออภัยมา ณ โอกาสนี้ และขออ้อมรับความผิดพลาดนั้นไว้เพียงผู้เดียว

อัญชลี ชื่นสงวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....	1
1.2 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 การทอด Frying.....	3
2.2 การเสื่อมเสียของน้ำมันทอดอาหาร.....	5
2.3 สารประกอบที่เกิดขึ้นในระหว่างการทอดอาหาร.....	8
2.4 อันตรายของน้ำมันทอดซ้ำที่มีผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค.....	10
2.5 คัชนีประเมินคุณภาพน้ำมันทอด.....	12
2.6 น้ำมันทอดซ้ำ.....	13
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	15
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ.....	19
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์.....	19
3.2 วิธีการวิจัย.....	19
3.3 สถานที่ทำการทดลอง.....	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์.....	22
4.1 ผลลัพธ์ป่าทองโก้.....	22
4.2 ผลลัพธ์เนื้อสัตว์.....	31
4.3 การเปรียบเทียบค่าคุณภาพของน้ำมันทอดป่าทองโก้และน้ำมันทอดเนื้อสัตว์.....	39
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	42
บรรณานุกรม.....	44
ภาคผนวก	48
ประวัติผู้เขียน.....	65



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
2.1	ชนิดของการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการทอด สาเหตุของการเปลี่ยนแปลง และสารประกอบที่เกิดขึ้นในกระบวนการทอด.....	10
2.2	สารประกอบสลายตัวที่ระเหยได้และสารประกอบระเหยไม่ได้ที่เกิดขึ้นใน กระบวนการทอดอาหาร.....	11
2.3	ชนิดของสารประกอบที่เกิดขึ้นในน้ำมันทอดอาหารและผลต่อสุขภาพหลังจาก บริโภค.....	13
2.4	วิธีมาตรฐานที่ใช้สำหรับการตรวจสอบคุณภาพน้ำมัน.....	15
2.5	ปริมาณสารโพลาร์และพอลิเมอร์ในน้ำมันทอดอาหารจากภัตตาคารใน ประเทศต่างๆ.....	18
4.1	ค่าสีและสารประกอบมีขั้วของการเติมน้ำมันทอดปาท่องโก๋.....	23
4.2	เมตริกซ์สหสัมพันธ์ลักษณะของน้ำมันทอดปาท่องโก๋.....	26
4.3	การใช้เกณฑ์เพื่อพิจารณาการเปลี่ยนน้ำมันหรือเติมน้ำมันเพิ่มในการทอด ปาท่องโก๋.....	29
4.4	คุณลักษณะทางกายภาพที่ผู้ประกอบการใช้ในการพิจารณาเพื่อเปลี่ยนน้ำมัน ทอดปาท่องโก๋.....	29
4.5	ค่าสีและสารประกอบมีขั้วของการเติมน้ำมันทอดเนื้อสัตว์.....	32
4.6	เมตริกซ์สหสัมพันธ์ลักษณะของน้ำมันทอดเนื้อสัตว์.....	35
4.7	การใช้เกณฑ์เพื่อพิจารณาการเปลี่ยนน้ำมันหรือเติมน้ำมันเพิ่มในการทอด เนื้อสัตว์.....	37
4.8	คุณลักษณะทางกายภาพที่ผู้ประกอบการใช้ในการพิจารณาเพื่อเปลี่ยนน้ำมัน ทอดเนื้อสัตว์.....	38
4.9	ตารางเปรียบเทียบค่าคุณภาพของน้ำมันทอดปาท่องโก๋และน้ำมันทอดเนื้อสัตว์.....	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีขณะทำการทอดมันฝรั่ง.....	4
2.2 การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน.....	6
2.3 การเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน.....	7
2.4 การเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส.....	8
2.5 รายการวิเคราะห์สารประกอบสลายตัวที่ระเหยได้และระเหยไม่ได้ใน น้ำมันทอด.....	12
4.1 ภาพแสดงสัดส่วนการจัดเก็บน้ำมันใช้แล้วของผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ทอด ปลาห้องโก้.....	28
4.2 ภาพแสดงสัดส่วนการจัดเก็บน้ำมันใช้แล้วของผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ทอด เนื้อสัตว์.....	36
4.3 ภาพแสดงลักษณะสีของน้ำมันทอดกลุ่มปลาห้องโก้.....	39
4.4 ภาพแสดงลักษณะสีของน้ำมันทอดกลุ่มเนื้อสัตว์.....	40

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การทอดเป็นกระบวนการแปรรูปอาหารที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น รวมถึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเฉพาะที่ผู้บริโภคต้องการ เช่น ความกรอบ สี กลิ่น รสชาติและลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี ในกระบวนการทอดเมื่อน้ำมันสัมผัสกับน้ำและออกซิเจนที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานานจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมันทอดทางเคมีและทางกายภาพ การเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ออกซิเดชันและพอลิเมอไรเซชัน กลไกของปฏิกิริยาเหล่านี้ก่อให้เกิดสารประกอบต่างๆ ได้แก่ สารประกอบมีขั้วต่างๆ โมโนกลีเซอไรด์ ไดกลีเซอไรด์ อัลดีไฮด์ คีโตนและสารพอลิเมอร์ ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ได้แก่ การเกิดสีคล้ำ การเกิดฟอง ความหนืดเพิ่มขึ้น กลิ่นรสเปลี่ยนไป และจุดเกิดควันต่ำลง เมื่อน้ำมันได้รับความร้อนเป็นเวลานานหรือใช้น้ำมันทอดอาหารซ้ำหลายครั้งนอกจากจะเกิดสารประกอบที่ไม่มีประโยชน์ต่อร่างกายแล้ว คุณค่าทางโภชนาการของน้ำมันก็ถูกทำลายไปด้วย เช่น วิตามินอีจะถูกทำลายส่งผลให้กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวออกซิไดซ์เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะการทอดผลิตภัณฑ์อาหารที่มีน้ำมันมาก

โดยส่วนมากพบว่าผู้ประกอบการมักจะใช้น้ำมันทอดซ้ำหลายครั้งในการทอดผลิตภัณฑ์อันเนื่องมาจากความต้องการลดต้นทุนในการผลิต ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมคุณภาพของน้ำมันคืออาหาร เช่น ชนิดอาหาร ปริมาณการทอด อุปกรณ์เครื่องทอด ได้แก่ ประสิทธิภาพของเครื่องในการส่งผ่านความร้อน การควบคุมอุณหภูมิทอดอย่างมีประสิทธิภาพ และระบบการทอด น้ำมันที่ใช้ ชนิดของน้ำมัน และการกำจัดกากเศษอาหารที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการทอด น้ำมันที่ผ่านกระบวนการทอดอาหารเป็นเวลานาน โดยไม่มีการเปลี่ยน จะมีคุณค่าทางโภชนาการลดลง โดยในหนุททดลองพบว่าทำให้เกิดการเจริญเติบโตลดลง ตับและไตมีขนาดใหญ่ มีการสะสมไขมันในตับ (Billek *et al.*, 1978) นอกจากนั้นไขมันที่ถูกออกซิไดซ์ปริมาณสูงอาจทำให้ไลโปโปรตีนชนิดแอลดีแอลมีโอกาสดูดไขมันออกซิสรระมากขึ้น จึงมีโอกาเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดได้ จากการศึกษาพบว่า มีกลุ่มสารก่อมะเร็งเกิดขึ้นในน้ำมันทอดซ้ำ ได้แก่ cyclic fatty acids, aldehydic triglycerides, triglyceride hydroperoxides, polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) ยกตัวอย่างเช่น malonaldehyde (MDA) ทำให้เกิดมะเร็งผิวหนังของหนุททดลอง มีการเจริญเติบโตผิดปกติ ถ้าใส่ทำงานผิดปกติ ตับและไตโต โลหิตจาง วิตามินอีในเลือดและตับของหนุททดลองลดลง ส่วน ไอระเหยจากน้ำมันทอดอาหาร หากสูดดมเป็นระยะเวลาอาจมีอันตรายต่อสุขภาพ เนื่องจากพบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดโรคมะเร็งที่ปอดกับการสูดไอระเหยจากการผัดหรือทอดอาหารของผู้หญิงจีนและได้พบว่าไม่สูบบุหรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และพบว่ามีสารก่อกลายพันธุ์ในไอระเหยของน้ำมันทอดอาหาร ทั้งเป็นสารที่ก่อให้เกิดเนื้องอกในตับและปอด และก่อให้เกิดมะเร็งเม็ดเลือดขาวในหนูทดลอง (จงกลณี และกนกวรรณ, 2549) การที่ผู้ประกอบการโดยส่วนใหญ่มักจะใช้น้ำมันทอดซ้ำหลายครั้งหรือใช้การเติมน้ำมันแทนการเปลี่ยนน้ำมันใหม่เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตทำให้น้ำมันทอดและผลิตภัณฑ์มีคุณภาพต่ำและไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ดังนั้นงานวิจัยนี้จะทำการสำรวจคุณภาพของน้ำมันที่ใช้ทอดจากผู้ประกอบการในเขตบางบอน บางขุนเทียนและตลิ่งชันกรุงเทพมหานคร รวมถึงศึกษาพฤติกรรมของผู้ประกอบการเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารทอดตามท้องตลาด เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์อาหารทอดให้มีความรู้ความเข้าใจในการประกอบกิจการได้อย่างเหมาะสมเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและปลอดภัยต่อผู้บริโภค

1.2 ขอบเขตงานวิจัย

ศึกษาคุณภาพของน้ำมันทอดอาหาร โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มน้ำมันทอดอาหารจำพวกแป้งในที่นี้ใช้ผลิตภัณฑ์แป้งทอดไก่เป็นตัวอย่างอาหาร และกลุ่มเนื้อสัตว์ ได้แก่ น้ำมันทอดไก่ หมู เนื้อปลา และลูกชิ้นโดยสุ่มตัวอย่างจากผู้ประกอบการกลุ่มร้านค้าแผงลอย ตลาดนัด รถเข็นในกรุงเทพมหานคร โดยศึกษาเฉพาะในเขตบางบอน บางขุนเทียน และตลิ่งชัน โดยนำตัวอย่างน้ำมันที่เก็บตัวอย่างได้มาวัดค่าสี และสารประกอบมีขี้ขาว รวมถึงประเมินพฤติกรรมของผู้ประกอบการจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการเพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงจากการปฏิบัติตนระหว่างการดำเนินการผลิตและการจัดเก็บเพื่อรอการผลิตต่อการเสื่อมเสียของน้ำมันทอด

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อประเมินคุณภาพน้ำมันทอดอาหารโดยวัดปริมาณสารประกอบมีขี้ขาวและสีในตัวอย่างน้ำมันที่สุ่มจากสถานประกอบการผลิตภัณฑ์อาหารทอดแบบร้านค้าแผงลอย รถเข็น และตลาดนัดในเขตบางบอน บางขุนเทียนและตลิ่งชัน
2. เพื่อพิจารณาถึงแนวโน้มของความเสียด้านสุขภาพจากการบริโภคผลิตภัณฑ์อาหารทอดจากผู้ประกอบการทางด้านผลิตภัณฑ์อาหารทอดแบบร้านค้าแผงลอย รถเข็น และตลาดนัดในเขตบางบอน บางขุนเทียนและตลิ่งชัน

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การทอด Frying

การทอดเป็นกระบวนการที่ใช้ในการผลิตอาหารที่เก่าแก่ที่สุดวิธีหนึ่ง ในกระบวนการทอดจะมีน้ำมันเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนจากภาชนะทอดไปสู่ผลิตภัณฑ์ โดยเกิดการถ่ายเทความร้อนและมวล เมื่อนำอาหารที่ต้องการทำให้สุกลงในน้ำมันร้อนพบว่าอุณหภูมิที่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์จะสูงขึ้น น้ำมันจะซึมเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ด้วยการแทนที่ น้ำในอาหารจะเคลื่อนที่ออกมาที่ผิวของอาหารและระเหยกลายเป็นไอ ส่วนที่ผิวหน้าจะมีลักษณะแห้งเช่นเดียวกับการอบหรือการย่าง น้ำมันทอดอาหารจะกลายเป็นส่วนหนึ่งในตัวผลิตภัณฑ์อาหารทอด ดังนั้นคุณภาพของน้ำมันทอดจึงมีความสัมพันธ์กับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการทอดเนื่องจากการดูดซับน้ำมันในผลิตภัณฑ์อาหาร ในระหว่างกระบวนการทอดทั้งน้ำและไอน้ำจะเคลื่อนที่ออกจากโครงสร้างที่เป็นรูพรุนบริเวณผิวของอาหาร และน้ำมันจะเข้าไปแทนที่น้ำและไอน้ำที่เคลื่อนที่ออกมา (Fellow, 1990)

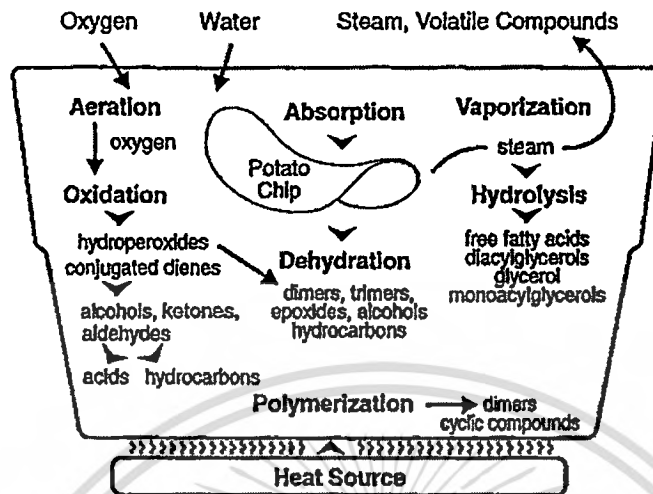
การทอดแบบน้ำมันท่วมจะให้กลิ่นที่มีลักษณะเฉพาะตัวและช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของอาหารให้น่ารับประทาน จากโครงสร้างของเปลือกด้านนอกที่แข็งและกรอบ เนื่องจากมีรูพรุนภายในและมีน้ำมันเคลือบที่ผิวด้านนอกของอาหาร โดยเปลือกด้านนอกที่แห้งนี้จะห่อหุ้มความชื้นไว้ภายในใจกลางชิ้นอาหารซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงที่ผนังเซลล์ในชั้นนอกของผลิตภัณฑ์

ในขั้นตอนการทอดเกิดกระบวนการ 2 ลักษณะคือ การถ่ายโอนความร้อน (heat transfer) และการถ่ายโอนมวลสาร (mass transfer) โดยการถ่ายโอนความร้อนจะเกิดลักษณะสำคัญ 2 ประการ คือ การพาความร้อน (convection) และการนำความร้อน (conduction) จะเกิดในช่วงที่ความร้อนจากผิวของชิ้นอาหารซึ่งได้รับความร้อนจากน้ำมันถ่ายโอนให้ผิวภายในของชิ้นอาหาร ส่วนการถ่ายโอนมวลสารจะเกิดขึ้นเมื่อขณะทำการทอดและขณะตั้งทิ้งไว้ให้เย็นตัว โดยจะเป็นการถ่ายโอนมวลของน้ำ อากาศ และน้ำมัน (Garayo and Moreira, 2002) โดยอัตราการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ชิ้นอาหารขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 2 ปัจจัยคือ ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างน้ำมันและอาหาร และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ผิวหน้า (surface heat transfer coefficient) ลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันขณะทำการทอดอาหาร แสดงดังภาพที่ 2.1

ไขมันหรือน้ำมันที่มีโมโน หรือ ไดกลีเซอไรด์ หรือกรดไขมันอิสระซึ่งเป็นสารประกอบที่เกิดขึ้นจากการสลายตัวของน้ำมันในระหว่างการทอดอาหารผสมปนอยู่ด้วยจะทำให้ไขมันเกิดควันได้ง่ายและทำให้อาหารมีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ติดไปด้วย ไขมันหรือน้ำมันที่ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนจะมีความคงตัวเพิ่มขึ้น แต่ทำให้จุดหลอมเหลวสูงขึ้นด้วย ในโมเลกุลของไขมันหรือน้ำมันที่ใช้ทอดอาหารควรประกอบด้วยกรดไขมันชนิดอิ่มตัวที่มีจำนวนคาร์บอนน้อย เพื่อให้มีจุดหลอมเหลวเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่ำ มีความคงตัวดีโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจน แต่มีข้อเสีย คือ สามารถเกิดการหืน เนื่องจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสได้ง่ายและทำให้มีกลิ่นหืนติดไปกับอาหารที่ทอด



ภาพที่ 2.1 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีขณะทำการทอดมันฝรั่ง

ที่มา : Warner (1998)

ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับของน้ำมันทอด

เนื่องจากปริมาณน้ำมันที่ถูกดูดซับเข้าไปในอาหารทอดมีผลต่อการยอมรับคุณภาพผลิตภัณฑ์ ปริมาณของน้ำมันที่เข้าไปเคลือบที่ผิวของอาหารหรือซึมลงไปใอาหารนั้นขึ้นอยู่กับ

1. ชนิดและรูปร่างชิ้นอาหาร ถ้าอาหารมีพื้นที่ผิวมาก หรืออาหารมีผิวหน้าที่ขรุขระหรือมีรูพรุน จะดูดซับน้ำมันมากกว่าอาหารที่มีผิวเรียบ เนื่องจากมีพื้นที่สัมผัสมากกว่า ในอาหารบางชนิดที่มีไขมันสูง จะทำให้การดูดซับน้ำมันเพิ่มขึ้น (ศศิเกษม และพรณี, 2530)

2. คุณภาพและชนิดของน้ำมัน ถ้าน้ำมันที่ทอดมีจุดเกิดควันต่ำ อาหารจะดูดซับน้ำมันมากขึ้น เพราะไม่สามารถใช้อุณหภูมิในการทอดสูงๆ ได้ เนื่องจากเกิดการสลายตัวของน้ำมันมาก

3. อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทอดอาหาร มีผลต่อการดูดซับน้ำมันและการฟองตัว การใช้ อุณหภูมิในการทอดสูง เวลาสั้นทำให้การดูดซับน้ำมันต่ำ เพราะขณะที่น้ำมันร้อนความหนาแน่นของ น้ำมันจะต่ำลงทำให้น้ำมันส่วนน้อยถูกดูดซับในเวลาจำกัด Moreira และคณะ(1997) พบว่า ที่อุณหภูมิ การทอดที่สูงขึ้นจะลดการอมน้ำมัน

4. ความชื้นในวัตถุดิบที่ใช้ทอด การดูดซับน้ำมันเกิดขึ้นในขณะที่ความชื้นเคลื่อนที่ออกจากอาหารระหว่างการทอด ซึ่งปริมาณความชื้นเริ่มต้นสูงมีผลให้เกิดการอมน้ำมันมากขึ้น Moreira และ คณะ (1997) ศึกษาปัจจัยในการเพิ่มขึ้นของน้ำมันในการทอด tortilla chip ในการทอดแบบน้ำมันท่วม โดยศึกษาสภาวะที่แตกต่างในการทอด พบว่า ปริมาณความชื้นเริ่มต้นและขนาดของตัวอย่างมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำมันในผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การปฏิบัติต่ออาหารก่อนการทอด (pre-frying) การเตรียมตัวอย่างก่อนทอด เช่น การลวก การอบแห้ง จะช่วยลดระดับความชื้นของอาหารก่อนการทอด หรือการแช่แข็งก่อนการทอด จะช่วยลดการดูดซับน้ำมันได้

6. การชุบเคลือบ (coating) เช่น การเคลือบผิวด้วยสารไฮโดรคอลลอยด์เพื่อยับยั้งการอมน้ำมันระหว่างทอด หรือการเคลือบผลิตภัณฑ์ด้วย batter ก่อนการทอดมีผลทำให้มีการสูญเสียความชื้นน้อยลง ส่งผลให้มีปริมาณน้ำมันที่ดูดซับไว้น้อยด้วย (Saguy and Pinthus, 1995)

2.2 การเสื่อมเสียของน้ำมันทอดอาหาร

2.2.1 การเสื่อมเสียทางด้านเคมี

กระบวนการทอดเป็นการทำให้อาหารมีกลิ่นรสเป็นที่ต้องการ อย่างไรก็ตามบางครั้งอาหารที่ได้จากกระบวนการทอดอาจเกิดกลิ่นรสที่ไม่ต้องการ สาเหตุเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของน้ำมันเนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ เมื่อมีการให้ความร้อนขณะทอดอาหาร ปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมัน จะส่งผลต่อการเกิดสารประกอบต่างๆ ทั้งที่เป็นสารประกอบที่ระเหยได้ (volatile compounds) และสารประกอบที่ระเหยไม่ได้ (nonvolatile compounds) แม้ว่าสารประกอบที่ระเหยได้ส่วนใหญ่จะสามารถระเหยได้ระหว่างกระบวนการทอด แต่ยังมีบางส่วนคงอยู่ในน้ำมันหรืออาหารที่ผ่านการทอด ดังนั้นสารที่ระเหยไม่ได้จึงเป็นตัวการสำคัญที่เป็นสาเหตุความเสื่อมเสียของน้ำมันและอาหารที่ผ่านการทอด (Stevenson *et al.*, 1984)

2.2.1.1 ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation)

เป็นปฏิกิริยาเคมีที่ออกซิเจนในอากาศทำปฏิกิริยากับน้ำมันตรงตำแหน่งพันธะคู่ (double bonds) ดังภาพที่ 2.2 ทำให้เกิดความเสียหายแก่น้ำมัน ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ในช่วงการเก็บรักษา แต่เมื่อมีการให้ความร้อนแก่น้ำมันปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เกิดสารประกอบไฮโดรเพอร์ออกไซด์และสารประกอบอื่นๆ (secondary oxidation products) ได้ดังนี้

1. จากการแตกตัว (fission) ได้เป็นแอลกอฮอล์ แอลดีไฮด์ กรด และไฮโดรคาร์บอน

2. จากการสูญเสียน้ำ (dehydration) ได้ คีโตน

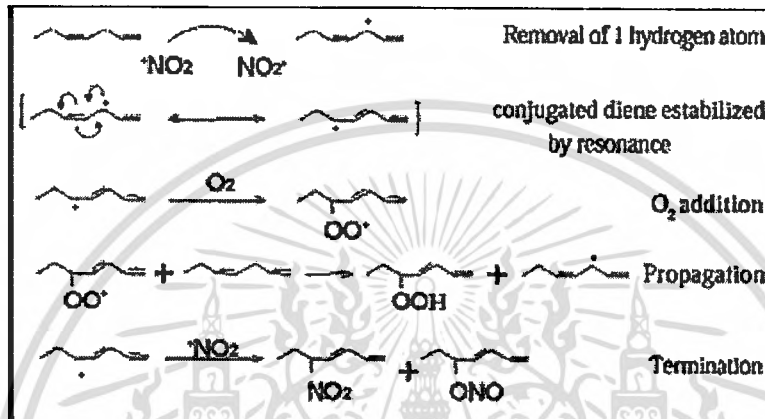
3. จากการก่อรูปของอนุมูลอิสระ ได้แก่ oxidative monomers, oxidative dimers, oxidative polymers, trimers, epoxides, alcohols, hydrocarbons, nonpolar dimers และ polymers (Perkins and Erickson, 1996) สารประกอบเหล่านี้ทำให้น้ำมันและอาหารที่ผ่านการทอดเกิดกลิ่นรสไม่พึงประสงค์

เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานานปริมาณสารประกอบไฮโดรเพอร์ออกไซด์จะสลายตัวเป็น secondary oxidation products ได้อย่างรวดเร็ว ได้มีการศึกษาค่าเพอร์ออกไซด์ภายหลังจากการทอดที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ พบว่าสารประกอบไฮโดรเพอร์ออกไซด์มีปริมาณลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อใช้อุณหภูมิในการทอดสูงขึ้น (Lomanno and Nawar, 1982)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลไกการเกิดออกซิเดชัน แบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเริ่มต้น (Initiation) เป็นขั้นตอนการเกิดอนุมูลอิสระ
2. ขั้นเพิ่มจำนวน (Propagation) เป็นปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระอย่างต่อเนื่อง
3. ขั้นยุติ (Termination) เป็นปฏิกิริยาสุดท้ายที่ทำให้เกิดสารที่ไม่เป็นอนุมูล (non-radical products)



ภาพที่ 2.2 การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

ที่มา : Cardiol (2003)

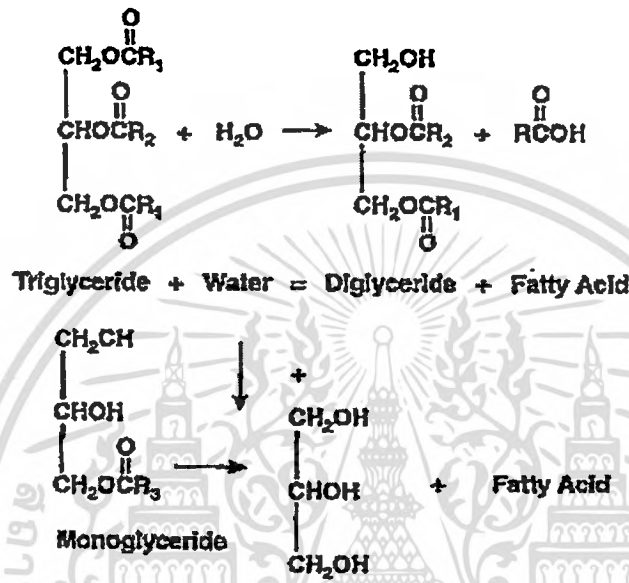
การเกิดการหืนโดยวิธีนี้จะทำให้กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ซึ่งเป็นกรดไขมันจำเป็นต่อร่างกาย ถูกทำลาย มีผลทำให้คุณค่าทางโภชนาการของน้ำมันลดลงด้วย และยังทำลายพวกวิตามินต่างๆ ที่ละลายในไขมันและน้ำมันอีกด้วย การหืนโดยวิธีออกซิเดชันนี้ยังอาจเกิดขึ้นได้โดยมีเอนไซม์ไลพอกซิเดส (lipoxidase) ช่วยเร่งปฏิกิริยา ซึ่งจะเป็นการออกซิเดชันที่เร่งด้วยเอนไซม์ (enzymatic oxidation)

Iodine number (IN) คือจำนวนกรัมของ ไอโอดีนที่เข้าไปทำปฏิกิริยากับพันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่เป็นสารประกอบในโมเลกุลของไขมันหรือน้ำมันจำนวน 100 กรัม ค่า IN เป็นตัวชี้บ่งว่าไขมันหรือน้ำมันมีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบในโมเลกุลมากน้อยเพียงใด ถ้าค่า IN สูง แสดงว่ามีปริมาณกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบมาก และเกิดการหืนชนิด oxidative rancidity ได้ง่ายด้วย

ไขมันและน้ำมันที่เกิด oxidative rancidity จะมีค่า IN ลดต่ำลง การตรวจวิเคราะห์ว่าไขมันและน้ำมันเกิด oxidative rancidity มากน้อยเท่าใดทำได้โดยการหาค่า peroxide value (PV) คือการหาปริมาณสารเพอร์ออกไซด์ (peroxide) ที่เกิดขึ้นในไขมันหรือน้ำมันนั้น

2.2.1.3 ปฏิกริยาไฮโดรไลซิส (Hydrolysis)

เป็นปฏิกิริยาทางเคมีหลักที่เกิดขึ้นในระหว่างการทอดอาหารแบบน้ำมันท่วม เมื่อมีการทอดอาหารในน้ำมันที่ร้อน ไขมันในอาหารจะทำปฏิกิริยากับไตรกลีเซอไรด์ (triglycerides) ถูกย่อยเป็นกรดไขมันอิสระ (free fatty acids) โมโนกลีเซอไรด์ (monoglycerides) ไดกลีเซอไรด์ (diglycerides) และกลีเซอรอล (glycerol) (O'Brien, 1993) ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4

การเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

ที่มา : Warner (1998)

เมื่อมีการให้ความร้อนแก่น้ำมันที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน ไขมันจะถูกไฮโดรไลซ์ได้เป็นกรดไขมันอิสระและกลีเซอรอล และเมื่อได้รับความร้อนสูงขึ้นกลีเซอรอลจะเกิดการสลายตัวให้สารอะโครลีน (acrolein) ซึ่งเป็นสารพิษ หากนำน้ำมันดังกล่าวไปใช้ในกระบวนการทอดอาหารจะทำให้อาหารมีสารพิษติดไปในผลิตภัณฑ์ด้วย (รุ่งนภา, 2540)

อัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสหรือการเกิดกรดไขมันอิสระขึ้นอยู่กับปัจจัยดังนี้ (Perkins and Erickson, 1996)

1. ปริมาณน้ำจากผลิตภัณฑ์อาหาร ถ้ามีปริมาณน้ำมากขึ้นจะเกิดเร็วขึ้น
2. อุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการทอด ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้อัตราการเกิดมากขึ้น
3. อัตราการเติมน้ำมันเพื่อแทนที่น้ำมันที่สูญเสียไปในระหว่างการทอด (turnover rate) หากมีการเติมน้ำมันแทนที่น้ำมันที่ใช้แล้วด้วยน้ำมันใหม่มากขึ้น อัตราการเกิดจะน้อยลง
4. ปริมาณกากและเศษอาหารที่สะสมในเตาทอด ถ้ามีปริมาณอาหารที่ไหม้เกรียมในเตาทอดมาก จะทำให้อัตราการเกิดมากขึ้นด้วย โดยจะเป็นตัวเร่งการเกิดกรดไขมันอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การเสื่อมเสียทางด้านกายภาพ

2.2.2.1 กลิ่นรสที่ผิดปกติ (distinctive odors and flavor) สิ่งที่เป็นสัญญาณของการเกิดความเสื่อมเสียในน้ำมันคือการเกิดกลิ่นรสที่ผิดปกติ ซึ่งสารต่างๆที่เป็นสาเหตุส่วนใหญ่มักเป็นสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ และสามารถถูกกำจัดออกโดยไอน้ำ โดยสารเหล่านี้ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืนในสภาวะบรรยากาศ

2.2.2.2 ปริมาณควัน (smoke) ปริมาณควันในน้ำมันเกิดขึ้นพร้อมๆกับการเกิดสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ซึ่งจุดเกิดควัน (smoke point) เป็นอุณหภูมิที่เริ่มเกิดควันอย่างต่อเนื่องและบ่งชี้ว่าไขมันหรือน้ำมันดังกล่าวเกิดการไฮโดรไลซิสได้กลีเซอรอลและกรดไขมันอิสระ เมื่อปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นจะมีผลให้จุดเกิดควันต่ำลง หากมีการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงต่อไปอีก กลีเซอรอลจะสลายตัวเกิดเป็นสารอะโครลีน ซึ่งเป็นสาเหตุของควันที่ระคายเคืองต่อตาและลำคออย่างรุนแรง (McGill, 1980) ดังนั้นน้ำมันหรือไขมันสำหรับใช้ทอดอาหารที่ดีต้องทนความร้อน ไม่สลายตัวเป็นควันที่อุณหภูมิต่ำ เพราะถ้าเกิดควันขณะทอดจะทำให้อาหารมีกลิ่นควันติดไปด้วย จุดเกิดควันของน้ำมันและไขมันแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปริมาณกรดไขมันอิสระที่มีอยู่ในน้ำมันหรือไขมัน เวลาที่ใช้ทอด ผิวหน้าของไขมันหรือน้ำมันที่สัมผัสถูกอากาศขณะทอด

2.2.2.3 การเกิดฟอง (foam) การเกิดฟองของน้ำมันมีสาเหตุมาจากสารประกอบบางชนิดที่ทำให้ปฏิกิริยาที่ผิวหน้าของน้ำมัน ซึ่งอาจมาจากถูกกระตุ้นโดยสารเกิดฟอง (foaming agent) เมื่อทอดอาหารด้วยน้ำมันที่เกิดฟองจะทำให้อาหารอมน้ำมันและไม่กรอบ (Paul and Mittal, 1996)

2.2.2.4 สี (color) สีของน้ำมันที่คล้ำขึ้นเป็นผลจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน การเปลี่ยนแปลงของสีในอาหารที่ผ่านการทอดอาหารสามารถละลายในน้ำมันและทำให้น้ำมันมีสีคล้ำขึ้น (McIlton *et al.*, 1994)

2.2.2.5 ความหนืด (viscosity) ความหนืดของน้ำมันเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน และอาจเกิดได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ไฮโดรไลซิส และไอโซเมอไรเซชัน น้ำมันที่มีความหนืดจะทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนลดลง จึงเป็นผลให้ต้องใช้เวลาในการทอดนานขึ้นและยังทำให้อาหารที่ผ่านการทอดด้วยน้ำมันดังกล่าวอมน้ำมัน (McGill, 1980)

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในกระบวนการทอดมีปัจจัยหลักที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอันได้แก่ น้ำ อากาศ และความร้อน ปัจจัยเหล่านี้จะส่งผลต่อการเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และทางกายภาพ รวมถึงการเกิดสารประกอบที่แตกต่างกันตามลักษณะของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการทอด ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ชนิดของการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการทอด สาเหตุของการเปลี่ยนแปลง และ สารประกอบที่เกิดขึ้นในกระบวนการทอด

ประเภทการเปลี่ยนแปลง	สาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง	สารประกอบที่เกิดขึ้น
Hydrolytic Alteration	Moisture(steam)	Free fatty acids Mono-glycerides Di-glycerides Glycerol
Oxidative alteration	Oxygen in the air	Oxidized monomers Oxidative dimers Oxidative polymers Non polar dimers Trimers Epoxides Free fatty acids Volatile compounds (aldehydes, alcohols acids, Hydrocarbons, ketones)
Thermal alteration	Heat	Cyclic monomers Non oxidative dimmers Non oxidative polymers

ที่มา :Paul และ Mittal (1996)

2.3 สารประกอบที่เกิดขึ้นในระหว่างการทอดอาหาร

เมื่อเกิดปฏิกิริยาทางเคมีในระหว่างกระบวนการทอดอาหารจะเกิดสารประกอบเคมีต่างๆ มากมาย ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ กลุ่มสารประกอบสลายตัวที่ระเหยได้ และ สารประกอบสลายตัวที่ระเหยไม่ได้ ข้อมูลดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สารประกอบสลายตัวที่ระเหยได้และสารประกอบระเหยไม่ได้ที่เกิดขึ้นในกระบวนการทอดอาหาร

Nonvolatile	Volatile
Monoacylglycerols	Hydrocarbons
Diacylglycerols	Ketones
Oxidized triacylglycerols	Aldehydes
Triacylglycerol dimers	Alcohols
Triacylglycerol trimers	Esters
Triacylglycerol polymers	Lactones
Free fatty acids	

ที่มา : Warner (1998)

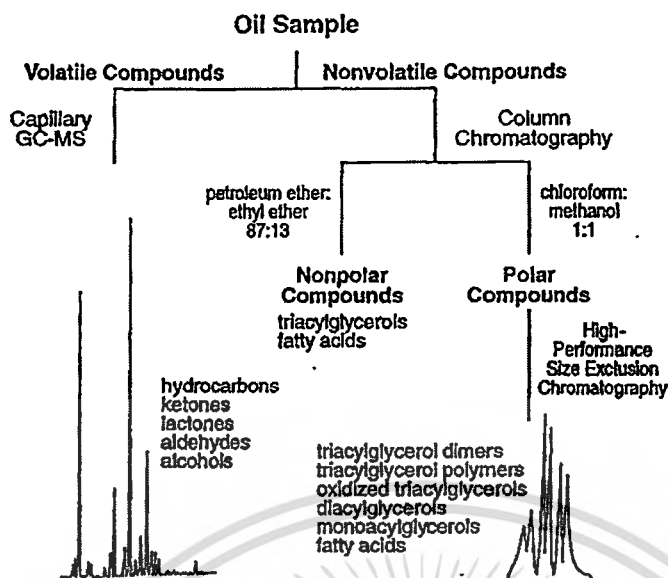
2.3.1 สารประกอบสลายตัวที่ระเหยได้ (volatile decomposed products)

การสลายตัวของกรดไขมันในน้ำมันทอดจะส่งผลต่อการเกิดสารประกอบสลายตัวที่ระเหยได้และต่อกลิ่นรสของอาหารทอด สารประกอบสลายตัวที่ระเหยได้ เช่น ไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon) คีโตน (ketone) อัลดีไฮด์ (aldehyde) กรดคาร์บอกซิลิก (carboxylic acid) เป็นต้น ซึ่งสารประกอบกลุ่มนี้มีผลต่อกลิ่นรสของอาหารทอด

2.3.2 สารประกอบสลายตัวที่ระเหยไม่ได้ (nonvolatile decomposed products)

สารเหล่านี้ส่วนใหญ่เกิดขึ้นระหว่างการเกิดออกซิเดชันและพอลิเมอไรเซชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในน้ำมัน สารประกอบสลายตัวที่ไม่ระเหย เช่น โมโนเมอร์แบบวง (cyclic monomer) โมโนเมอร์ไม่ใช่วง (noncyclic monomer) ไดเมอร์ (dimer) ไตรเมอร์ (trimer) และสารประกอบที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง สารที่ไม่ระเหยเหล่านี้ยังคงอยู่ในน้ำมันทอด และจะเสื่อมสลายต่อไปทุกครั้งที่ใช้น้ำมันนี้ทอดอาหาร และอาหารจะดูดซึมสารเหล่านี้ไว้ หากใช้น้ำมันทอดหลายๆครั้งทำให้เกิดสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงขึ้นสะสมอยู่ในน้ำมันและไม่ระเหย ทำให้ลักษณะทางกายภาพของน้ำมันเปลี่ยนไป เช่น ความหนืดเพิ่มขึ้น เกิดสีและฟอง ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เช่น เกิดกรดไขมันอิสระ จำนวนกรดไขมันไม่อิ่มตัวลดลงและเกิดสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง (Stevenson *et al.*, 1984)

การวิเคราะห์หาสารประกอบสลายตัวที่ระเหยได้และสารประกอบที่ระเหยไม่ได้ต้องใช้วิธีการวิเคราะห์ต่างกัน โดยการวิเคราะห์สารประกอบสลายตัวที่ระเหยได้ใช้การวิเคราะห์ด้วยวิธี capillary GC-MS ส่วนกลุ่มสารประกอบระเหยไม่ได้ใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ column chromatography วิธีการที่แตกต่างสามารถวิเคราะห์ชนิดของสารประกอบที่เกิดขึ้นได้แตกต่างกัน ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 รายการวิเคราะห์สารประกอบสลายตัวที่ระเหยได้และระเหยไม่ได้ในน้ำมันทอด
ที่มา : Warner (1998)

2.4 อันตรายของน้ำมันทอดซ้ำที่มีต่อสุขภาพของผู้บริโภค

น้ำมันทอดจะถูกดูดซับเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ด้วยการแทนที่ โดยน้ำอาหารระเหยไปเป็นไอและน้ำมันกลายเป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์ ดังนั้น คุณภาพของน้ำมันทอดจึงสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารทอด (Kochhar, 2001) น้ำมันที่ผ่านการทอดอาหารซ้ำหลายครั้งจะมีคุณค่าทางโภชนาการลดลง มีการทดลองในการหนุทดลอง พบว่าทำให้เกิดการเจริญเติบโตลดลง ตับและไตมีขนาดใหญ่ มีการสะสมไขมันในตับ การหลังน้ำย่อยทำลายสารพิษในกระเพาะอาหารเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ไขมันที่ถูกออกซิไดซ์ปริมาณสูงอาจทำให้ไลโปโปรตีนชนิดแอลดีแอลมีโอกาสเกิดอนุมูลอิสระมากขึ้น จึงมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดได้

ส่วนไอระเหยจากน้ำมันทอดอาหาร หากสูดดมเป็นระยะเวลานานอาจมีอันตรายต่อสุขภาพ เนื่องจากพบความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดโรคมะเร็งที่ปอดกับการสูดไอระเหยจากการผัดหรือทอดอาหารของผู้หญิงจีนและได้หวั่นที่ไม่สูบบุหรี่ และพบว่ามีสารก่อกลายพันธุ์ในไอระเหยของน้ำมันทอดอาหารทั้งเป็นสารที่ก่อให้เกิดเนื้องอกในตับและปอด และก่อมะเร็งเม็ดเลือดขาวในหนูทดลอง (จงกลณี และกนกวรรณ, 2549) นอกจากนี้การที่น้ำมันได้รับความร้อนที่สูงเกินไป (overheated) ทำให้ไขมันเกิดไฮโดรไลซ์เป็นกลีเซอรอลและสลายตัวเป็นสารอะโครลีน (acrolein) ซึ่งเป็นสารพิษที่ก่อให้เกิดการระคายเคืองตาและเยื่อเมือก (mucous membrane) และเกิดกลิ่นที่ผิดปกติของผลิตภัณฑ์ (Goburdhun *et al.*, 2000)

Billek และคณะ (1978) ได้ทดลองให้น้ำมันทอดที่มีปริมาณสารประกอบมีขั้ว (polar compounds) 20% ให้หนูกินพบว่ามิผลต่อน้ำหนักของสัตว์ โดยทำให้หนูมีน้ำหนักตัวลดลง และมีขนาดของตับและไตใหญ่ขึ้นผิดปกติ

Hageman และคณะ (1988) ได้ทดลองนำน้ำมันมะพร้าวที่ผ่านการทอดอาหารซ้ำหลายครั้งไปวิเคราะห์หาค่าสารประกอบมีขั้วและไม่มีขั้วในอาหาร พบว่าเมื่อน้ำมันผ่านการให้ความร้อนเป็นเวลานานจะเกิดสารประกอบมีขั้วและไม่มีขั้วขึ้น และเมื่อนำไปทดสอบการกลายพันธุ์ในหนูทดลอง โดยใส่ในอาหารร้อยละ 10 ของน้ำหนักตัวและให้หนูทดลองกินเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ใน *S. typhimurium* TA97, TA100 และ TA104 โดยสารประกอบมีขั้วมีฤทธิ์ต่อการกลายพันธุ์มากกว่าสารประกอบไม่มีขั้วอย่างเห็นได้ชัด โดยตัวอย่างน้ำมันที่ผ่านการทอดเป็นเวลา 20 ชั่วโมงจะส่งผลกระทบต่อสารประกอบมีขั้วมากที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่ามีสารก่อกลายพันธุ์ทั้งทางปัสสาวะด้วยการทำลายเซลล์ตับและไต รวมถึงเพิ่มการจับสารก่อกลายพันธุ์ทั้งทางปัสสาวะด้วย

Perkins และ Lamboni (1998) ได้ทดลองให้น้ำมันต่างชนิดกันเป็นอาหารแก่หนู ชนิดแรกเป็นน้ำมันใหม่ ชนิดที่สองเป็นน้ำมันที่ผ่านการทอดแล้ว และชนิดที่สามเป็นน้ำมันที่ผ่านการทอดและใช้สารดูดซับอลูมิเนียมซิลิเกต (aluminium silicate) ซึ่งเป็นสารที่สามารถดูดซับสารประกอบมีขั้ว (polar compound) ได้ นำน้ำมันทั้ง 3 ชนิดเติมลงในอาหารหนูประมาณ 15% พบว่าหนูที่กินน้ำมันชนิดที่สามมีขนาดของตับเล็กกว่าซึ่งแสดงให้เห็นว่าหลังจากการใช้สารดูดซับแล้วน้ำมันจะมีสารประกอบที่เป็นอันตรายน้อยลง จากการทดลองต่างๆจะเห็นได้ว่าการบริโภคน้ำมันที่ผ่านการทอดอาหารจะมีผลต่อสุขภาพ เนื่องจากน้ำมันที่ผ่านการทอดอาหารแล้วมีสารประกอบที่เป็นอันตรายต่อร่างกายเกิดขึ้น เมื่อบริโภคเข้าไปจะมีผลต่อสุขภาพดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ชนิดของสารประกอบที่เกิดขึ้นในน้ำมันทอดอาหารและผลต่อสุขภาพหลังจากบริโภค

สารประกอบ	ผลต่อสุขภาพ
ไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (hydroperoxides)	เอนไซม์ของเยื่อลำไส้เล็กทำงานผิดปกตินำไปสู่การเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่
อีพอกไซด์ (epoxides)	ขนาดของตับมีขนาดใหญ่ขึ้นผิดปกติ
สารโมโนเมอร์ชนิดวงที่ถูกออกซิไดส์	การเจริญเติบโตลดลงและตาย
Oxidized cyclic monomers	
สาร โอลิโกเมอร์ (oligomers)	โรคท้องร่วง
สาร ไดเมอร์ที่ถูกออกซิไดส์ (oxidized dimmers)	การเจริญเติบโตลดลง

ที่มา : Riera และคณะ (2000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ดัชนีประเมินคุณภาพของน้ำมันทอด

2.5.1 ปริมาณสารประกอบมีขั้ว (polar compounds) สารประกอบมีขั้วเกิดจากไตรกลีเซอไรด์ซึ่งเป็นสารประกอบไม่มีขั้วในน้ำมันถูกไฮโดรไลซิส ออกซิไดส์ และพอลิเมอไรซ์ได้สารประกอบมีขั้ว โดยพบว่าหากมีปริมาณสารประกอบมีขั้วในน้ำมันทอดมากจะมีผลต่อกลิ่นรส และคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร โดยทั่วไปในน้ำมันที่ใช้แล้วจะอนุญาตให้มีปริมาณสารประกอบมีขั้วได้ไม่เกิน 25 – 30% (วริศรา, 2548)

2.5.2 ค่าของกรด (acidity) เป็นการวัดปริมาณกรดไขมันอิสระ ซึ่งเป็นตัวแปรที่บ่งบอกถึงการเกิดไฮโดรไลซิสของน้ำมันระหว่างการทอด สามารถบ่งชี้ความเป็นกรดของน้ำมัน ถ้าปริมาณกรดไขมันอิสระมากจะทำให้น้ำมันมีจุดเกิดควันต่ำ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บสั้นลง (นิธิยา, 2548)

2.5.3 จุดเกิดควัน (smoke point) คือ อุณหภูมิที่ไขมันหรือน้ำมันได้รับความร้อนจนเกิดเป็นควันขึ้น บ่งบอกถึงความคงทนความร้อนของน้ำมันเมื่อสัมผัสกับความร้อนในอากาศ เป็นการแสดงถึงคุณภาพของน้ำมันที่จะนำมาใช้ โดยน้ำมันที่มีจุดเกิดควันต่ำเกินไปไม่ควรนำมาใช้ในการทอด เพราะการเกิดควันได้ง่ายในขณะทอดจะทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารทอดมีกลิ่นควันติดไปได้ง่าย จุดเกิดควันของน้ำมันทอดไม่ควรต่ำกว่า 170 องศาเซลเซียส (นิธิยา, 2545)

2.5.4 ความหนืด (viscosity) บ่งบอกถึงองค์ประกอบและชนิดของกรดไขมัน ความหนืดของไขมันและน้ำมันจะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนคาร์บอนในโมเลกุลกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของไตรกลีเซอไรด์เพิ่มขึ้น ความหนืดจะลดลงเมื่อพันธะคู่ในโมเลกุลของกรดไขมันเพิ่มขึ้น และเมื่ออุณหภูมิของไขมันหรือน้ำมันเพิ่มขึ้น (นิธิยา, 2545)

2.5.5 สี (color) เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของน้ำมัน น้ำมันแต่ละชนิดจะมีสีที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับรงควัตถุที่มีปนอยู่ในวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการสกัดน้ำมัน และวิธีการกำจัดสีโดยการฟอกสี น้ำมันที่มีสีเหลืองอ่อนจะมีคุณภาพดีกว่าน้ำมันที่มีเหลืองเข้ม หากรงควัตถุตามธรรมชาติของน้ำมันเป็นสารแคโรทีนไม่ควรกำจัดออกเพราะจะช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับน้ำมัน (นิธิยา, 2545)

2.5.6 ค่าเปอร์ออกไซด์ (peroxide value) สารเปอร์ออกไซด์จะเกิดขึ้นในน้ำมันอย่างช้าๆ ในระหว่างที่น้ำมันถูกเก็บไว้ให้สัมผัสกับอากาศ เรียกว่าเกิด oxidative rancidity การวัดค่าเปอร์ออกไซด์จึงเป็นการชี้บ่งได้ว่าไขมันและน้ำมันเกิดการหืนเนื่องจากออกซิเดชันมากน้อยเท่าใด (นิธิยา, 2548)

2.5.7 ค่าพาราแอนนิซิดีน (p-anisidine) เป็นการหาปริมาณสารอัลดีไฮด์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการเกิดออกซิเดชันของไขมัน ได้แก่ 2,4-dienals และ 2-alkenals เป็นต้นซึ่งสารอัลดีไฮด์ที่เกิดขึ้นเหล่านี้เป็นสารที่หักกลิ่นหืน โดยหากมีการพบสารเหล่านี้มากในน้ำมันทอดแสดงว่าน้ำมันมีการหืนมากและจะส่งผลต่อกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ทำให้มีกลิ่นรสผิดปกติ (วริศรา, 2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.8 ปริมาณสารพอลิเมอร์ (polymer) สารพอลิเมอร์เป็นสารที่เกิดขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน ในระหว่างการทอดอาหารเกิดจากการที่โมเลกุลเล็กๆของน้ำมันมารวมตัวและจับตัวกันเป็นโมเลกุลที่ใหญ่ขึ้น เกิดเป็นสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงทำให้น้ำมันทอดมีการเกิดฟองมากขึ้นและมีการเกิดสารเหนียวที่ขอบเตาทอด ซึ่งเมื่อมีการเกิดฟองที่ผิวของน้ำมันระหว่างการทอดจะมีการสะสมเป็นชั้น ทำให้น้ำมันมีการแตกตัวและเสื่อมคุณภาพ ในการตรวจวัดควรตรวจวัดทั้งโคเลสเตอรอลและพอลิเมอร์ของไตรกลีเซอไรด์ที่ถูกออกซิไดซ์และไม่ถูกออกซิไดซ์ (นิธิยา, 2545)

วิธีการในการตรวจประเมินคุณภาพน้ำมันทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะทางคุณภาพที่ต้องการตรวจสอบ วิธีมาตรฐานที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพด้านต่างๆ แสดงได้ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 วิธีมาตรฐานที่ใช้สำหรับการตรวจสอบคุณภาพน้ำมัน

Nonvolatile compounds and related processes	Method Ref.
Iodine value	AOCS Cd 1-25/93 ; AOAC 28.023
Fatty acid composition	AOCS Ce 1-6293
Total polar compounds	AOCS Cd 20-91
Free fatty acids	AOCS Ca 5a-40/93
Color	AOCS Td 3a-64/93
Smoke point	AOCS Cc 9a-48/93
Volatile compounds and related processes	Method Ref.
Peroxide value	AOCS Cs 8-53
Conjugated value	AOCS Cd 8-53
Volatile compounds	AOCS Cg 4-94

ที่มา : Warner (1998)

2.6 น้ำมันทอดซ้ำ

น้ำมันและไขมันที่ใช้ในกระบวนการทอดอาหารจะซึมเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ด้วยการแทนที่น้ำที่เคลื่อนที่ออกมาที่ผิวของอาหารและระเหยกลายเป็นไอ น้ำมันจะกลายเป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นคุณภาพของน้ำมันจึงมีความสัมพันธ์กับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการทอด น้ำมันและไขมันที่ใช้สำหรับกระบวนการทอดมีหลายชนิด ได้แก่ น้ำมันผ่านกรรมวิธี น้ำมันสลัด ไขมันกึ่งเหลว ไขมันแข็ง ไขมันพืชผสมไขมันสัตว์ และไขมันจากพืช ซึ่งน้ำมันและไขมันแต่ละชนิดจะมีสมบัติทางลักษณะปรากฏ จุดหลอมเหลว ความคงตัว และปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวแตกต่างกัน

ในธุรกิจอาหารประเภทฟาสต์ฟู้ด เช่น การทอดมันฝรั่งแผ่น ไก่ทอด โคนัท และบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปควรใช้น้ำมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่น้อยในการทอดหรือใช้น้ำมันพืชที่ผ่านกระบวนการไฮโดรจิเนชันบางส่วนเพื่อให้ไขมันทนต่อการเกิดปฏิกิริยาต่างๆที่อุณหภูมิสูงได้ดี ในกระบวนการทอดอาหารที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบที่อุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น และเกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของน้ำมัน เช่น ทำให้เกิดสารที่มีขั้ว (polar components) เกิดพอลิเมอร์ซึ่งมีผลทำให้น้ำมันมีความหนืดเพิ่มขึ้น เกิดสารวงแหวนโมโนเมอร์ (cyclic monomers) ของกรดไขมัน เกิดฟอง และน้ำมันที่ใช้ทอดมีสีเข้ม การป้องกันการเกิดฟองทำได้โดยการใช้สารพวกซิลิโคน (silicone) เช่น ไดเมทิลพอลิไซลอกเซน (dimethyl-polysiloxane) ปริมาณ 2 พีพีเอ็ม ซึ่งสามารถช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันโดยทางอ้อม (เนื้อทอง, 2539)

ในประเทศไทย พบว่าน้ำมันใช้แล้วจากร้านอาหารจานด่วนมีประมาณ 50 คันต่อวัน และมีการขายน้ำมันใช้แล้วให้กับพ่อค้าคนกลางซึ่งเป็นผู้นำน้ำมันดังกล่าวไปบรรจุลงใหม่ขายต่อให้กับพ่อค้าในตลาด ซึ่งส่วนใหญ่จะนำไปทอดปาท่องโก๋ ก๋วยเตี๋ยว และไก่ เหตุผลที่พ่อค้านิยมซื้อน้ำมันที่ใช้แล้วเนื่องจากมีราคาถูกกว่าน้ำมันบรรจุขวดมาตรฐานทั่วไป ซึ่งขายเพียงราคาลิตรละ 10 บาท หรือราคาปี๊บละ 100 บาท ส่วนน้ำมันใหม่ราคาปี๊บละ 380 บาท นอกจากนี้ยังพบว่ามีคนกลางรับซื้อน้ำมันที่ใช้แล้วของร้านอาหารจานด่วน ไปจำหน่ายเพื่อนำไปผลิตอาหารสัตว์ และเป็นวัตถุดิบในการทำไขสบู่ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544)

ทางคณะกรรมการอาหารและยาได้ออกประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับวันที่ 283/2547 กำหนดปริมาณสารประกอบมีขั้วในน้ำมันที่ใช้ทอดหรือประกอบอาหารเพื่อจำหน่ายไม่เกินร้อยละ 25 และไม่ให้ผู้ประกอบการนำน้ำมันที่ใช้แล้วมาขายให้กับพ่อค้ารายย่อย ซึ่งถือว่ามีความผิดฐานจำหน่ายอาหารผิดมาตรฐาน มีโทษปรับไม่เกิน 50000 บาท(กระทรวงสาธารณสุข, 2547) นอกจากนี้ยังมีคำแนะนำในการใช้น้ำมันทอดอาหารเพื่อการเสื่อมสลายของน้ำมันให้ช้าลง ดังนี้

1. น้ำมันปรุงอาหารควรใช้น้ำมันพืช ควรหลีกเลี่ยงการใช้น้ำมันสัตว์เพื่อป้องกันความเสี่ยงการเกิดโรคหัวใจ
2. น้ำมันทอดอาหารควรเป็นน้ำมันที่คงตัวและเกิดควันช้า ได้แก่ น้ำมันปาล์มโอเลอินจากเนื้อปาล์ม และหลีกเลี่ยงน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด น้ำมันดอกคำฝอย น้ำมันดอกทานตะวัน และไขมันสัตว์ในการทอดอาหาร เนื่องจากน้ำมันดังกล่าวไม่คงตัว จึงเสื่อมสลายเร็ว
3. หากน้ำมันทอดอาหารมีลักษณะอย่างหนึ่งอย่างใดต่อไปนี้ เช่น กลิ่นเหม็นหืน เหนียวข้น สีดำ เกิดฟอง ควัน เหม็นไหม้ ใช้น้ำมันทำให้ระคายเคืองตา และถ้าคอเมื่อโดนความร้อน ให้เปลี่ยนน้ำมันทอดอาหารใหม่ทันที ไม่ควรเติมน้ำมันใหม่ลงไปเรื่อยๆ
4. ควรกรองกากอาหารทิ้งระหว่างและหลังจากการทอดอาหาร โดยเฉพาะอาหารทอดที่มีการชุบแป้งปริมาณมาก ควรใช้ตะแกรงหรือผ้าขาวบางกรองเศษอาหารและผงขนาดเล็กออกจากน้ำมันทอดอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ควรจับน้ำส่วนเกินบริเวณผิวหน้าอาหารคิปก่อนทอด เพื่อลดการแตกตัวของน้ำมัน ทำให้ชะลอการเสื่อมสลายของน้ำมันทอดอาหาร
6. ควรทอดอาหารครั้งละไม่มากเกินไป เพื่อให้ความร้อนของน้ำมันทอดอาหารกระจายทั่วถึงและใช้เวลาในการทอดน้อยลง
7. ไม่ควรทอดอาหารด้วยไฟแรงเกินไป
8. ควรเปลี่ยนน้ำมันทอดอาหารให้บ่อยขึ้น หากทอดอาหารประเภทเนื้อสัตว์ที่มีส่วนผสมของเกลือหรือเครื่องปรุงรสปริมาณมาก
9. ควรล้างทำความสะอาดกระทะทอดอาหารหรือเครื่องทอดทุกวัน เนื่องจากน้ำมันเก่าสามารถไปเร่งการเสื่อมสภาพของน้ำมันทอดอาหารที่เติมลงไปใหม่

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Nagao และคณะ (2006) ทำการศึกษาคุณภาพน้ำมันในผลิตภัณฑ์อาหารชุบแป้งทอด จำนวน 50 รายการ สุ่มตัวอย่างโดยการซื้อผลิตภัณฑ์อาหารทอดจากซูเปอร์มาร์เก็ต ห้างสรรพสินค้า และร้านสะดวกซื้อในเมืองโกเบ ช่วงเดือนมิถุนายน ถึง เดือนพฤศจิกายน ปี 2005 จากนั้นทำการทดลองโดยการแกะเอาส่วนของแป้งที่หุ้มตัวผลิตภัณฑ์อาหารทอดมาสกัดน้ำมันเพื่อวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ได้แก่ การวัดสี, %triacylglycerol, acid value, carbonyl value และ polar compound ซึ่งมาตรฐานของน้ำมันทอดซ้ำได้กำหนดค่า acid value ไม่เกิน 2.0, carbonyl value ไม่เกิน 10, polar compound ไม่เกิน 20, ค่าการวัดสี ไม่เกิน 10 และ %triacylglycerol ไม่ต่ำกว่า 93% และจากการศึกษาพบว่า 4-22% ของน้ำมันที่พบในผลิตภัณฑ์อาหารทอดมีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้สำหรับน้ำมันทอดซ้ำที่ควรใช้ โดยพบคุณภาพน้ำมันที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ดังนี้ มีตัวอย่างที่มีค่า acid value ต่ำกว่ามาตรฐานร้อยละ 8 ค่า carbonyl value ต่ำกว่ามาตรฐานร้อยละ 4 ค่า polar compound ต่ำกว่ามาตรฐานร้อยละ 6 และพบ % triacylglycerol ต่ำกว่ามาตรฐานร้อยละ 22

คณะกรรมการอาหารและยาได้ทำการศึกษาวิจัยร่วมกับศูนย์วิจัยทางวิทยาพิษและไขมัน คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทำการสำรวจตัวอย่างน้ำมันทอดจากร้านแผงลอยและรถเข็น ได้แก่ น้ำมันทอดปาท่องโก๋ น้ำมันทอดเต้าหู้ น้ำมันทอดไก่ น้ำมันทอดลูกชิ้น ทอดมัน และน้ำมันทอดกล้วย/มัน/เผือก จำนวน 187 ตัวอย่าง น้ำมันทอดอาหารจานด่วนจากร้านอาหารจานด่วนจำนวน 64 ตัวอย่าง และน้ำมันทอดบะหมี่จากโรงงานอุตสาหกรรมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปจำนวน 3 ตัวอย่าง พบว่าเป็นน้ำมันที่เสื่อมคุณภาพและอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพถึงร้อยละ 13 เพราะฉะนั้น อ.ย.จึงมีมาตรการที่เข้มงวดทางกฎหมาย โดยห้ามจำหน่ายน้ำมันทอดซ้ำแก่ร้านอาหาร หรือปรุงอาหารอื่นๆเพื่อนำไปใช้ต่อเด็ดขาด ผู้ประกอบการที่นำน้ำมันใช้แล้วมาขายให้กับพ่อค้าแม่ค้ารายย่อย ถือว่ามีความผิดฐานจำหน่ายอาหารผิดมาตรฐาน มีโทษปรับไม่เกิน 5 หมื่นบาท (กระทรวงสาธารณสุข, 2547)

Saguy และ Dana (2003) ศึกษารวบรวมข้อมูลคุณสมบัติไขมันทอดอาหารจากภัตตาคารในประเทศต่างๆ ได้แก่ บราซิล ฟินแลนด์ ฝรั่งเศส เยอรมนี สเปน และสวีเดน พบว่า มีปริมาณสารประกอบมีขี้ผึ้งและสารประกอบพอลิเมอร์ในอัตราที่แตกต่างกัน โดยน้ำมันทอดจากสถานประกอบการมากกว่าร้อยละ 30 พบปริมาณสารประกอบมีขี้ผึ้งเกิน 25% ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ปริมาณสารโพลาร์และพอลิเมอร์ในน้ำมันทอดอาหารจากภัตตาคารในประเทศต่างๆ

Country	Number of samples	Range of polar Compounds(%)	(%) Range of polymer content	Sample(%) with PC>25%	Reference
Brazil	60	2.1-57.4	-	30.0	Ana,Mattos, and Jorge (1999)
Finland	20	7.7-55.8	-	60.0	Skrokki (1995)
France	31	8.2-54.6	0.8-39.5	48.4	Sebedio,Grandgirard, Septier,and Prevost (1987)
Germany	125	5.8-57.7	1.7-35.0	35.2	Gertz (1986)
Spain	174	3.1-61.4	0.2-47.6	34.5	Dobarganes and Marquez-Ruiz (1995)
Sweden	100	1.0-55.0	-	38	Croon, Rogstad, Leth, and Kiutamo (1986)

ที่มา : Saguy และ Dana (2003)

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 3.1.1 ขวดลีซา สำหรับเก็บตัวอย่าง
- 3.1.2 ห้องเก็บตัวอย่างอุณหภูมิต่ำกว่า -20°C
- 3.1.3 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบมีซัลเฟอร์ 3M PCT 120
- 3.1.4 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบมีซัลเฟอร์ Ebro Food Oil Monitor 310
- 3.1.5 เครื่องวัดสีจากบริษัท HunterLab รุ่น ColorQuest XE
- 3.1.5 แบบสอบถาม (ภาคผนวก)

3.2 การสุ่มเก็บตัวอย่าง

3.2.1 กำหนดกลุ่มตัวอย่าง

การทดลองนี้เป็นการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำมันที่ใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารทอดจากผู้ประกอบการร้านค้าแผงลอยในตลาดสด ตลาดนัด และรถเข็น ซึ่งจะแบ่งกลุ่มตัวอย่างน้ำมันตามชนิดของผลิตภัณฑ์ดังนี้

3.2.1.1 น้ำมันทอดจากผลิตภัณฑ์อาหารทอดจำพวกแป้ง ในที่นี้ใช้น้ำมันทอดจากผลิตภัณฑ์ปาท่องโก๋

3.2.1.2 น้ำมันทอดจากผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ชนิดที่ไม่ชุบแป้ง ได้แก่ น้ำมันทอดไก่ ปลา ลูกชิ้นและหมูทอด

3.2.2 กำหนดพื้นที่สุ่มตัวอย่าง

ทำการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารทอดจากสถานประกอบการร้านค้าแผงลอยในตลาดสด ตลาดนัด หรือรถเข็น ในเขตบางบอน บางขุนเทียนและตลิ่งชัน ของกรุงเทพมหานคร

3.2.3 วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง

จากการกำหนดกลุ่มตัวอย่างน้ำมันทอดและพื้นที่สำหรับสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำมันทอดแล้วนั้น จะสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำมันทอดอาหารมากลุ่มละ 50 ตัวอย่าง โดยการลักษณะการสุ่มเก็บตัวอย่างจะต้องกระจายไปในแต่ละพื้นที่ในจำนวนที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ยังต้องสัมภาษณ์ผู้ประกอบการเกี่ยวกับข้อมูลการใช้ น้ำมันและการปฏิบัติตนของผู้ประกอบการขณะทำการทอดด้วย การสุ่มเก็บตัวอย่างดำเนินการ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.2.3.1 เก็บตัวอย่างน้ำมันทอดอาหารในปริมาณ 50-100 มิลลิลิตร
- 3.2.3.2 บรรจุตัวอย่างน้ำมันในขวดสีชา ปิดฝาให้สนิท
- 3.2.3.3 ระบุรายละเอียดตัวอย่างบนภาชนะบรรจุ
- 3.2.3.4 ในขณะที่รอการวิเคราะห์คุณภาพเก็บรักษาตัวอย่างน้ำมันไว้ที่อุณหภูมิ -20°C จนกว่าจะครบตามจำนวนที่กำหนดแต่ละกลุ่ม (กลุ่มละ 50 ตัวอย่าง) จึงจะเริ่มการวิเคราะห์คุณภาพ
- 3.2.3.5 สอบถามข้อมูลการใช้ น้ำมันจากผู้ประกอบการตามแบบสัมภาษณ์ที่แนบไว้ในภาคผนวก ก.

3.3 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

นำตัวอย่างที่สุ่มได้ไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีด้วยวิธีการ ดังต่อไปนี้

3.3.1 หากำสารประกอบมีซัลเฟอร์ ด้วยเครื่อง 3MPCT 120 นำตัวอย่างน้ำมันทอดอาหารที่ได้ไปหาปริมาณสารประกอบมีซัลเฟอร์ ดังนี้

3.3.1.1 เปิดฝาด้านบนของเครื่องและวางแผ่นทดสอบบนแถบสแตนเลส โดยวางแผ่นทดสอบโดยการเอาด้านตัวอักษรบนแผ่นหันออกมาให้สามารถอ่านข้อความที่ระบุบนแผ่นได้จากนั้นปิดฝาด้านบนลง

3.3.1.2 ตวงตัวอย่างน้ำมันด้วยอุปกรณ์ตวงวัดของเครื่อง ปริมาณ 1-2 มิลลิลิตร

3.3.1.3 เทตัวอย่างน้ำมันลงในช่องด้านบนของฝา

3.3.1.4 กดปุ่มสีขาวยที่ด้านหน้าของเครื่อง โดยใช้เวลาประมาณ 35 นาที เครื่องจะทำงานเสร็จสมบูรณ์

3.3.1.5 เมื่อครบเวลา เปิดฝาเครื่องนำแผ่นทดสอบมาวางบนฝาเพื่อวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของจุดเทียบกับแถบที่ฝาเครื่อง

3.3.1.6 วัดระยะการเคลื่อนที่ของจุดสีน้ำเงินเพื่อคำนวณหาค่าปริมาณสารประกอบมีซัลเฟอร์

3.3.1.7 ทำเช่นนี้ตัวอย่างละ 2 ครั้ง

3.3.2 หากำสารประกอบมีซัลเฟอร์ด้วยเครื่อง Ebro FOM 310

3.3.2.1 เทตัวอย่างน้ำมันลงในบีกเกอร์ นำไปอุ่นบน hot plate จนได้อุณหภูมิประมาณ $150-180^{\circ}\text{C}$

3.3.2.2 กวนตัวอย่างน้ำมันจนได้อุณหภูมิคงที่ \pm ไม่นเกิน 5°C

3.3.2.3 จุ่ม probe ลงในน้ำมัน โดยให้น้ำมันอยู่ในช่วงที่กำหนด

3.3.2.4 ขณะวัดวาง probe ให้ห่างจากก้นบีกเกอร์อย่างน้อย 2 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.5 อ่านผลที่จอแสดงผล ซึ่งจะแสดงค่าสารประกอบมีข้าวและอุณหภูมิของตัวอย่างขณะที่ทำการวัด

3.3.2.6 ทำเช่นนี้ตัวอย่างละ 2 ครั้ง

3.3.3 วัดค่าสี ด้วยเครื่อง ColorQuestXE

3.3.3.1 ปรับ mode ตั้งค่าให้เหมาะสมกับการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำมัน

3.3.3.2 ทำ standardize โดยใช้ น้ำกลั่น

3.3.3.3 เทตัวอย่างที่ต้องการวัดลงในขวดตัวอย่าง ขนาด 25 มิลลิลิตร (ควรงรงภาชนะอาหารในตัวอย่างให้หมดเพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้อง)

3.3.3.4 บันทึกผลที่เครื่องอ่านค่าได้ (L^* a^* และ b^*)

3.4 วิเคราะห์ผลทางด้านสถิติ

นำผลจากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีที่ตรวจวัดได้วิธีการต่างๆ ไปหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าคุณภาพของน้ำมัน ได้แก่ ปริมาณสารประกอบมีข้าวจากวิธี 3MPCT 120 และวิธี FOM310 และค่าวัดสีของตัวอย่างแต่ละกลุ่ม (L^* a^* และ b^*)

3.5 ศึกษาข้อมูลพฤติกรรมการใช้ น้ำมันทอดอาหารจากผู้ประกอบการร้านค้าแผงลอย

ในการสุ่มตัวอย่างน้ำมันทอดอาหารจากกลุ่มตัวอย่างและแหล่งของการสุ่มตัวอย่างตามที่กำหนดไว้ จะทำการสอบถามข้อมูลการใช้ น้ำมันทอดจากผู้ประกอบการ โดยใช้คำถามในแบบสัมภาษณ์ตามที่แสดงในภาคผนวก ก. ทั้งนี้เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจของผู้ประกอบการเกี่ยวกับการใช้น้ำมันทอดอาหาร และประเมินพฤติกรรมของผู้ประกอบการในการใช้น้ำมัน การเก็บรักษา น้ำมันทอดเพื่อการนำไปใช้ต่อ และเกณฑ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนน้ำมัน ซึ่งลักษณะพฤติกรรมของผู้ประกอบการนี้จะมีผลต่อการเสื่อมเสียของน้ำมันทอดอาหาร

3.6 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการคณะอุตสาหกรรมเกษตร อาคารเจ้าคุณทหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

ในการทดลองเป็นการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำมันทอดซ้ำของผลิตภัณฑ์อาหาร 2 กลุ่ม คือ น้ำมันทอดจากผลิตภัณฑ์อาหารจำพวกแป้งซึ่งในที่นี้ใช้น้ำมันทอดปาท่องโก๋เป็นตัวอย่าง และน้ำมันทอดจากผลิตภัณฑ์อาหารกลุ่มเนื้อสัตว์ได้แก่ น้ำมันทอดไก่ หมู เนื้อ ปลา และลูกชิ้น โดยทำการเก็บตัวอย่างจากผู้ขายในตลาดสด ตลาดนัด แผงลอยและรถเข็นในเขตบางบอน บางขุนเทียน และคลองตัน ของกรุงเทพมหานคร จากนั้นนำตัวอย่างน้ำมันทอดที่สุ่มได้ไปวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมีและกายภาพ ด้วยการวัดค่าสารประกอบมีซั่วโดยใช้เครื่อง 3MPCT และ FOM310 และวัดค่าสี L^* a^* b^* รวมถึงการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์อาหารทอดเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้น้ำมันทอดของผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์อาหารทอด ได้แก่ ปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาการเปลี่ยนน้ำมัน การจัดการกับน้ำมันใช้แล้ว รวมถึงการจัดเก็บน้ำมันเพื่อรอการนำไปใช้ซ้ำ ปริมาณการขาย และน้ำมันที่ใช้ ได้ผลดังนี้

4.1 ผลิตภัณฑ์ปาท่องโก๋

4.1.1 คุณภาพของน้ำมัน

จากการสุ่มตัวอย่างน้ำมันทอดปาท่องโก๋ เบื้องต้นได้สอบถามข้อมูลเกี่ยวกับน้ำมันที่ใช้ทอดพบว่าตัวอย่างน้ำมันที่สุ่มนั้นได้ผ่านการเติมน้ำมันเพิ่มเป็นระยะในระหว่างการทอดเพื่อจำหน่าย ซึ่งในแต่ละตัวอย่างมีจำนวนครั้งที่ผ่านการเติมน้ำมันแตกต่างกัน จากตัวอย่างน้ำมันทอดปาท่องโก๋ที่สุ่มได้พบเป็นการเติมน้ำมันเพิ่มครั้งที่ 1 2 3 และ 4 จึงแยกกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่มตามจำนวนครั้งที่เติมน้ำมัน และจากการนำตัวอย่างไปวัดค่าสารประกอบมีซั่วพบว่า เมื่อเติมน้ำมันจำนวนครั้งเพิ่มขึ้นปริมาณสารประกอบมีซั่วจะมีค่าสูงขึ้นอย่างชัดเจน ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.1 จากข้อมูลจะเห็นได้ว่าตัวอย่างที่ผ่านการเติมน้ำมันครั้งที่ 4 มีค่าสารประกอบมีซั่วสูงที่สุด ค่าที่ตรวจวัดได้จากเครื่อง 3MPCT และ FOM เท่ากับ 18.79 และ 25.70 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าแต่ละตัวอย่างพบตัวอย่างน้ำมันจำนวน 3 ตัวอย่างที่มีค่าสารประกอบมีซั่วเกินมาตรฐาน (มากกว่าร้อยละ 25) ปริมาณสารประกอบมีซั่วของตัวอย่างน้ำมันที่มีค่าเกินมาตรฐานเท่ากับ 32 31 และ 25.8 เมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่อง FOM

ตารางที่ 4.1 ค่าสีและสารประกอบมีขั้วของการเติมน้ำมันทอดปลาท้องโก่

ลำดับ	รหัส ตัวอย่าง	พื้นที่ ที่สุ่ม	การเติมน้ำมันเพิ่ม		ค่าสี			ปริมาณสารประกอบมีขั้ว	
			ครั้งที่เติม	เวลาหลังจาก เติมน้ำมัน(นาที)	L*	a*	b*	3M PCT	FOM 310
1	22A	บางขุนเทียน	1	25	91.93	-4.02	64.47	5.60	5.80
2	19A	บางขุนเทียน	1	30	93.21	-6.26	58.23	10.80	9.00
3	38A	คลังชั้น	1	30	93.06	-6.32	53.98	11.45	11.80
4	45A	คลังชั้น	1	30	81.29	10.05	101.01	11.45	9.80
5	26A	บางขุนเทียน	1	35	89.98	-2.33	67.14	9.50	9.50
6	28A	บางขุนเทียน	1	35	93.51	-6.46	53.36	13.40	8.30
7	20A	บางขุนเทียน	1	40	93.63	-6.47	55.99	9.50	9.00
ค่าเฉลี่ย					90.94	-3.12	64.88	10.24	9.03
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน					4.44	6.02	16.76	2.44	1.80
1	2A	บางบอน	2	40	86.03	3.62	80.78	10.15	11.80
2	3A	บางบอน	2	30	88.57	-0.28	71.37	11.45	10.80
3	4A	บางบอน	2	15	92.64	-5.51	58.77	10.80	8.80
4	5A	บางบอน	2	30	81.23	11.9	91.15	13.40	13.50
5	6A	บางบอน	2	35	95.76	-7.59	43.67	15.68	14.80
6	7A	บางบอน	2	30	83.89	6.89	85.82	14.38	13.30
7	8A	บางบอน	2	35	78.97	14.73	94.29	13.40	12.80
8	9A	บางบอน	2	25	93.15	-6.15	58.24	12.75	12.30
9	10A	บางบอน	2	25	89.78	-1.88	68.87	12.75	11.30
10	11A	บางบอน	2	20	94.89	-7.59	50.84	9.83	9.80
11	21A	บางขุนเทียน	2	25	85.48	5.23	83.18	13.73	13.80
12	23A	บางขุนเทียน	2	30	91.72	-2.74	66.43	12.10	14.30
13	24A	บางขุนเทียน	2	30	91.78	-3.72	64.54	11.13	12.80
14	25A	บางขุนเทียน	2	35	87.65	1.41	72.71	15.35	15.50
15	27A	บางขุนเทียน	2	35	59.56	34.48	94.99	14.05	13.80
16	29A	บางขุนเทียน	2	40	84.97	4.92	80.87	10.80	13.30
17	30A	บางขุนเทียน	2	40	81.38	10.71	89.74	17.95	14.50
18	31A	บางขุนเทียน	2	30	59.5	35.21	95.33	16.00	13.80
19	32A	บางขุนเทียน	2	30	91.93	-5.36	57.42	11.13	11.50
20	33A	คลังชั้น	2	40	91.45	-3.73	63.61	10.80	14.80
21	34A	คลังชั้น	2	40	81.57	9.48	84.35	11.78	13.80
ค่าเฉลี่ย					85.33	4.48	74.14	12.83	12.91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ลำดับ	รหัสตัวอย่าง	พื้นที่ที่กลุ่ม	การเติมน้ำมันเพิ่ม		ค่าสี			ปริมาณสารประกอบมีซิว	
			ครั้งที่เติม	เวลาหลังจากเติมน้ำมัน(นาที)	L*	a*	b*	3M PCT	FOM 310
1	15A	บางบอน	3	20	94.58	-7.59	47.15	13.40	12.80
2	13A	บางบอน	3	25	93.51	-6.85	57.05	12.10	11.30
3	14A	บางบอน	3	25	85.80	4.70	81.73	14.38	12.80
4	48A	ตลิ่งชัน	3	25	92.53	-5.28	59.23	10.80	10.30
5	12A	บางบอน	3	30	80.86	12.25	92.79	15.68	15.80
6	17A	บางบอน	3	30	81.59	10.61	90.07	14.70	15.30
7	18A	บางขุนเทียน	3	30	83.85	7.87	87.88	14.70	14.30
8	49A	ตลิ่งชัน	3	30	87.06	1.49	77.31	10.80	12.30
9	16A	บางบอน	3	35	94.42	-6.05	59.14	11.78	15.80
10	36A	ตลิ่งชัน	3	35	79.37	15.40	96.97	16.00	17.80
11	39A	ตลิ่งชัน	3	35	74.24	22.09	100.16	13.40	16.50
12	40A	ตลิ่งชัน	3	35	62.46	33.27	97.94	16.00	16.30
13	41A	ตลิ่งชัน	3	35	84.00	6.98	86.98	16.00	16.00
14	42A	ตลิ่งชัน	3	35	90.13	-2.91	63.21	16.00	15.30
15	43A	ตลิ่งชัน	3	35	47.28	42.40	79.94	16.00	17.80
ค่าเฉลี่ย					82.11	8.56	78.50	14.12	14.69
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน					12.89	14.90	17.16	1.96	2.30
1	47A	ตลิ่งชัน	4	25	73.28	17.59	92.51	19.9	24.8
2	1A	บางบอน	4	30	81.83	11.11	91.51	19.25	24
3	35A	ตลิ่งชัน	4	30	93.02	-5.89	58.79	22.5	32
4	46A	ตลิ่งชัน	4	35	86.07	2.22	72.93	22.5	25.8
5	50A	ตลิ่งชัน	4	35	64.97	29.4	98.48	16.65	21.8
6	37A	ตลิ่งชัน	4	40	59.63	34.8	94.93	12.1	31
7	44A	ตลิ่งชัน	4	40	78.09	11.47	100.62	18.6	20.5
ค่าเฉลี่ย					76.7	14.38	87.11	18.79	25.7
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน					11.71	14.32	15.41	3.61	4.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 พบว่าน้ำมันทอดปลาท้องโก่ที่ผ่านการเติมน้ำมันครั้งที่ 1 มีค่าความสว่างสูง (เฉลี่ย 90.94) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่เติมน้ำมันครั้งที่ 2 3 และ 4 แสดงถึงลักษณะน้ำมันที่มีความสว่างสูงนั้นเป็นน้ำมันใหม่ที่เพิ่งใช้ทอดผลิตภัณฑ์ยังไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก สำหรับค่าสีแดงมีค่าเฉลี่ย 3.12 ในขณะที่ค่าสีเหลืองเฉลี่ยอยู่ที่ 64.88 และเมื่อพิจารณาปริมาณสารประกอบมีขี้จากการวัดแบบ 3MPCT และ FOM มีค่าเฉลี่ยอยู่ร้อยละ 10.2 และ 9.2 ตามลำดับ ซึ่งค่าปริมาณสารประกอบมีขี้ดังกล่าวยังอยู่ในเกณฑ์คุณภาพที่สามารถใช้งานได้ (ไม่เกินร้อยละ 25)

จากการวัดคุณภาพของน้ำมันทอดปลาท้องโก่ที่ผ่านการเติมน้ำมันครั้งที่ 2 ค่าความสว่างมีแนวโน้มลดลงในขณะที่ค่าสีแดงและค่าสีเหลืองมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างน้ำมันที่มีการเติมน้ำมันครั้งที่ 1 แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างที่ผ่านการเติมน้ำมันครั้งที่ 2 เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงสีเล็กน้อย เมื่อพิจารณาปริมาณสารประกอบมีขี้จากการวัดแบบ 3MPCT และ FOM พบว่าปริมาณสารประกอบมีขี้ที่ตรวจวัดได้จากทั้ง 2 วิธี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.8 และ 12.9 ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มสูงกว่าการเติมน้ำมันครั้งที่ 1 แต่ค่าที่ตรวจวัดได้ยังอยู่ในเกณฑ์คุณภาพที่สามารถใช้งานได้

ทำนองเดียวกันน้ำมันทอดปลาท้องโก่ที่ผ่านการเติมน้ำมันครั้งที่ 3 ค่าความสว่างมีแนวโน้มลดลงในขณะที่ค่าสีแดงและค่าสีเหลืองมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างน้ำมันที่มีการเติมน้ำมันครั้งที่ 1 และ 2 แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างน้ำมันที่ผ่านการเติมน้ำมันครั้งที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงสีมากขึ้น และเมื่อพิจารณาปริมาณสารประกอบมีขี้จากการวัดแบบ 3MPCT และ FOM พบว่าปริมาณสารประกอบมีขี้ที่ตรวจวัดได้เท่ากับ 14.12 และ 14.69 ตามลำดับ ซึ่งพบมีแนวโน้มสูงกว่าการเติมน้ำมันครั้งที่ 1 และ 2 แต่ค่าที่ได้อยู่ในเกณฑ์คุณภาพที่สามารถใช้งานได้

ในขณะเดียวกัน น้ำมันทอดปลาท้องโก่ที่ผ่านการเติมน้ำมันครั้งที่ 4 ค่าความสว่างมีแนวโน้มลดลงในขณะที่ค่าสีแดงและค่าสีเหลืองมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างน้ำมันที่มีการเติมน้ำมันครั้งที่ 1 2 และ 3 แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างน้ำมันที่ผ่านการเติมน้ำมันครั้งที่ 4 มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีมากขึ้น และเมื่อพิจารณาปริมาณสารประกอบมีขี้จากการวัดจากการวัดแบบ 3MPCT และ FOM พบว่าปริมาณสารประกอบมีขี้ที่ตรวจวัดได้เท่ากับ 18.79 และ 25.70 ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มสูงกว่าการเติมน้ำมันครั้งที่ 1 2 และ 3 จากข้อมูลพบว่าตัวอย่างน้ำมันจำนวน 3 รายการมีค่าปริมาณสารประกอบมีขี้เกินมาตรฐาน (มีค่า 32, 31 และ 25.8) คิดเป็นร้อยละ 6 ของตัวอย่างน้ำมันทั้งหมด

จากการประเมินคุณภาพ พบว่า สีเป็นดัชนีที่มีความแปรปรวนมาก สาเหตุเนื่องมาจากชนิดของน้ำมันที่ใช้ทอด สีของน้ำมันขึ้นอยู่กับรงควัตถุที่มีอยู่ในน้ำมันซึ่งจะแตกต่างกันไปตามแหล่งวัตถุดิบ น้ำมัน ยกตัวอย่างเช่น น้ำมันปาล์มจะมีสีเหลืองของแคโรทีนอยด์ ในขณะที่น้ำมันพืชชนิดอื่น เช่น น้ำมันรำข้าว น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง มีปริมาณของแคโรทีนอยด์น้อยกว่า ทำให้น้ำมันมีสีเหลืองไม่เข้มเท่ากับน้ำมันชนิดอื่น ส่งผลให้สีของน้ำมันที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการทอด ก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นของรงควัตถุในน้ำมันเช่นกัน อย่างไรก็ตามจากการสอบถาม

รวมทั้งความนิยมของผู้ประกอบการพบว่าส่วนใหญ่ ใช้น้ำมันปาล์มในการทอด จึงสามารถทำให้เห็นแนวโน้มของข้อมูลได้อย่างชัดเจน

4.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าคุณภาพของน้ำมันทอดปาท่องโก๋

เมื่อนำผลการวัดคุณภาพของน้ำมันทอดปาท่องโก๋ ได้แก่ ค่าสีและปริมาณสารประกอบมีไขมันไปหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ สามารถประมวลผลในรูปของเมตริกซ์สหสัมพันธ์ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 เมตริกซ์สหสัมพันธ์ค่าคุณภาพของน้ำมันทอดปาท่องโก๋

	ค่าสี			ร้อยละสารประกอบมีไขมัน	
	L*	a*	b*	3M PCT	FOM
L*	1				
a*	-0.990 **	1			
b*	-0.749 **	0.811 **	1		
3M PCT	-0.340 *	0.351 *	0.358 *	1	
FOM	-0.420 **	0.425 **	0.373 **	0.761 **	1

** ค่าสหสัมพันธ์มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

* ค่าสหสัมพันธ์มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient = R) แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคุณภาพต่างๆ โดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าอยู่ในช่วง -1 ถึง 1 ซึ่งถ้าค่าเข้าใกล้ 1 หรือ -1 แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันมากในเชิงบวกหรือเชิงลบตามลำดับ และจากการคำนวณค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะคุณภาพที่ตรวจสอบของน้ำมันทอดปาท่องโก๋ สามารถประมวลผลได้ดังตารางที่ 4.2 พบว่าค่าความสว่าง (L*) มีค่าสหสัมพันธ์ทางลบอย่างสูงกับค่าสีแดง(a*) ($R=-0.990$) ในขณะที่มีค่าสหสัมพันธ์ทางลบปานกลางกับค่าสีเหลือง(b*) ($R=-0.749$) แสดงให้เห็นว่า น้ำมันจากการทอดปาท่องโก๋เมื่อมีค่าความสว่างลดลงจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าสีแดงอย่างชัดเจน และส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าสีเหลืองในระดับปานกลาง ซึ่งค่าความสว่างมีความสัมพันธ์กับค่าสีแดงและสีเหลืองอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง นอกจากนี้พบว่าค่าความสว่างมีค่าสหสัมพันธ์ทางลบกับค่าสารประกอบมีไขมันทั้งวิธีวิเคราะห์แบบ 3MPCT และ FOM ($R=-0.340$ และ $R=-0.420$ ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่าน้ำมันจากการทอดปาท่องโก๋เมื่อมีค่าความสว่างลดลง จะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าสารประกอบมีไขมัน ซึ่งค่าความสว่างมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบมีไขมันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ค่าความสัมพันธ์ที่ได้ค่อนข้างต่ำจึงอาจจะยังไม่สามารถหาความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ชัดเจนมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าสีแดงมีค่าสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างสูงกับค่าสีเหลือง ($R=0.811$) แสดงให้เห็นว่าเมื่อค่าสีแดงของน้ำมันทอดปลาท้องโก๋สูงขึ้นจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าสีเหลืองอย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังพบว่าค่าสีแดงมีค่าสหสัมพันธ์ทางบวกค่อนข้างต่ำกับค่าสารประกอบมีขี้ทั้งสองวิธี (R ของ 3MPCT=0.351 และ R ของ FOM=0.425) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อค่าสีแดงของน้ำมันทอดปลาท้องโก๋สูงขึ้นจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าสารประกอบมีขี้ ค่าสีแดงมีความสัมพันธ์กับค่าสีเหลืองและปริมาณสารประกอบมีขี้ อย่างมีนัยสำคัญ แต่พบว่าค่าสหสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบมีขี้ค่อนข้างต่ำ จึงไม่สามารถหาความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ชัดเจนนัก

ค่าสีเหลืองมีค่าสหสัมพันธ์ทางบวกค่อนข้างต่ำกับค่าสารประกอบมีขี้ทั้งวิธีวิเคราะห์แบบ 3MPCT และ FOM ($R=0.358$ และ $R=0.373$ ตามลำดับ) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เมื่อค่าสีเหลืองของน้ำมันทอดปลาท้องโก๋สูงขึ้นจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าสารประกอบมีขี้เพียงค่อนข้างต่ำ จากข้อมูลข้างต้นพบว่า ค่าสหสัมพันธ์ของค่าสีเหลืองและปริมาณสารประกอบมีขี้มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ค่าสหสัมพันธ์ที่ได้ค่อนข้างต่ำ จึงไม่สามารถหาความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ชัดเจนนัก

ค่าสารประกอบมีขี้จากวิธี 3MPCT และวิธี FOM มีค่าที่แตกต่างกันในแต่ละตัวอย่าง อย่างไรก็ตามค่าทั้ง 2 มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยค่าสารประกอบมีขี้จากวิธี 3MPCT มีค่าสหสัมพันธ์ทางบวกปานกลางกับค่าสารประกอบมีขี้จากวิธี FOM ($R=0.761$) และมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์ค่าสารประกอบมีขี้ทั้งสองวิธีสามารถใช้วิธีใดวิธีหนึ่งก็สามารถหาแนวโน้มของค่าสารประกอบมีขี้ได้ การวัดค่าทั้งสองนี้เป็นการวัดเบื้องต้นในภาคสนาม โดยที่หากต้องการทราบค่าสารประกอบมีขี้ในน้ำมันที่แท้จริง จะต้องใช้วิธีการวิเคราะห์ทางเคมี column chromatography ต่อไป

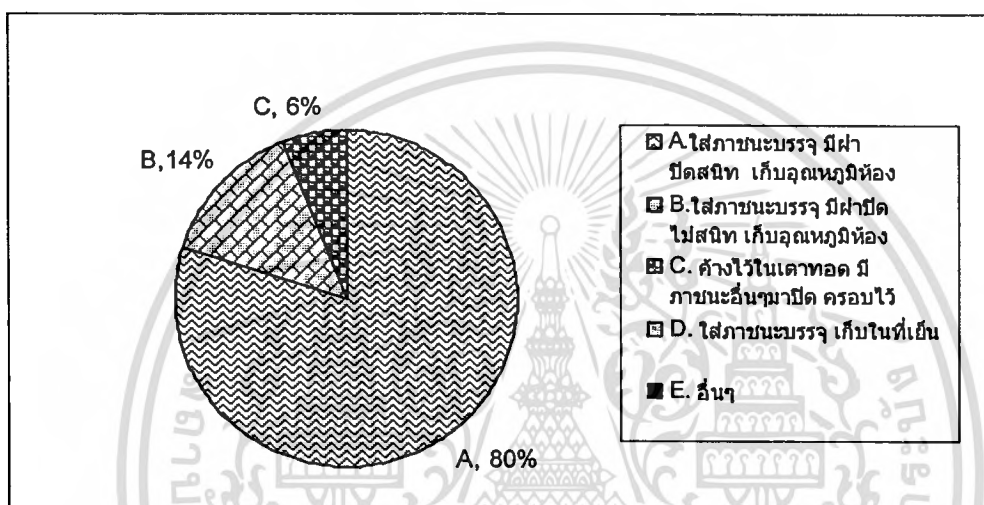
จากการทดลองพบว่า เมื่อน้ำมันทอดมีสีเข้มขึ้น จะส่งผลให้ค่า L^* ลดลง และค่า a^* เพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าสารประกอบมีขี้ในน้ำมันก็สูงตามไปด้วย ทำให้มีลักษณะสีของน้ำมันจึงเป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงความเสื่อมเสียของน้ำมันในผลิตภัณฑ์ปลาท้องโก๋ได้ โดยผู้บริโภครู้สึกว่าการบริโภคผลิตภัณฑ์จากร้านที่น้ำมันทอดมีสีคล้ำ

4.1.3 ข้อมูลการใช้น้ำมัน

4.1.3.1 การจัดเก็บน้ำมันใช้แล้วเพื่อนำไปใช้ใหม่ ผู้ประกอบการส่วนใหญ่จัดเก็บน้ำมันใช้แล้วที่ยังมีคุณภาพดีเพื่อนำไปใช้ในวันถัดไป โดยผู้ประกอบการจะสังเกตจากลักษณะทางกายภาพที่สามารถมองได้ด้วยตา หรือสัมผัสได้จากลักษณะทางประสาทสัมผัสต่างๆด้วยตัวผู้ประกอบการเอง ได้แก่ สี ความหนืด และกลิ่นของน้ำมันทอด รวมถึงระยะเวลาและปริมาณการทอดครั้งที่ผ่านมา จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ปลาท้องโก๋ทอดทั้ง 50 ราย พบว่าผู้ประกอบการร้อยละ 80 จัดเก็บน้ำมันทอดใช้แล้วในภาชนะบรรจุแบบมีฝาปิดสนิทและเก็บไว้ในที่อุณหภูมิห้อง ภาชนะบรรจุแบบมีฝาปิดสนิทเป็นลักษณะของภาชนะที่ออกแบบมาให้สามารถบรรจุได้โดยตรง เช่น ขวด หรือ ถังที่มีฝาปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนผู้ประกอบการอีกร้อยละ 14 จัดเก็บน้ำมันใช้แล้วในภาชนะบรรจุชนิดที่มีฝาปิดแต่ไม่สนิท เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ลักษณะของภาชนะประเภทนี้คือ ลักษณะของภาชนะบรรจุที่ไม่ได้ออกแบบมาให้ใช้บรรจุ แต่ผู้ประกอบการนำไปประยุกต์ใช้เอง เช่น หม้อ กะละมังสแตนเลส เป็นต้น แต่ทั้งนี้สถานที่จัดเก็บจะเป็นสัดส่วนสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสัตว์เลื้อยหรือสัตว์พาหะได้ และผู้ประกอบการร้อยละ 6 จัดเก็บน้ำมันใช้แล้วโดยค้ำไว้ในเตาทอด ที่ผ่านการล้างทำความสะอาดแล้ว โดยมีภาชนะอื่นๆมาปิดครอบไว้ และพบว่าไม่มีผู้ประกอบการรายใดที่จัดเก็บน้ำมันใช้แล้วในภาชนะบรรจุและเก็บในที่เย็นเพื่อรอการนำไปใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ภาพแสดงสัดส่วนการจัดเก็บน้ำมันใช้แล้วของผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ทอดปลาท้องโก๋

4.1.3.2 ปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาการเปลี่ยนน้ำมัน จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ทอดปลาท้องโก๋ทอดทั้ง 50 ราย พบว่าผู้ประกอบการส่วนใหญ่จะไม่ได้กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาเพียงเกณฑ์เดียว แต่จะพิจารณาหลายปัจจัยร่วมกัน (ตารางที่ 4.4) โดยปัจจัยที่ผู้ประกอบการใช้ในการพิจารณาเพื่อเปลี่ยนน้ำมันจะเป็นปัจจัยทางด้านกายภาพที่ผู้ประกอบการสามารถสัมผัสได้โดยไม่ต้องใช้วิธีการวิเคราะห์ใดมาร่วมในการพิจารณา เกณฑ์ดังกล่าว ได้แก่ สีของน้ำมัน ระยะเวลาการทอด ปริมาณการทอด ความหนืด และกลิ่น ซึ่งผู้ประกอบการร้อยละ 98 ใช้มากกว่า 2 เกณฑ์เพื่อตัดสินใจในเปลี่ยนน้ำมันหรือเติมน้ำมันเพิ่ม ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การใช้เกณฑ์เพื่อพิจารณาการเปลี่ยนน้ำมันหรือเติมน้ำมันเพิ่มในผลิตภัณฑ์ทอดปาห้องโก๋

จำนวนเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ	จำนวนผู้ประกอบการ	ร้อยละ
1 เกณฑ์	1	2
2 เกณฑ์	13	26
3 เกณฑ์	28	56
4 เกณฑ์	8	16
5 เกณฑ์	0	0
รวม	50	100

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ผู้ประกอบการส่วนใหญ่ร้อยละ 56 ใช้เกณฑ์ร่วมกัน 3 เกณฑ์ในการพิจารณาเพื่อเปลี่ยนน้ำมัน ผู้ประกอบการร้อยละ 26 ใช้เกณฑ์ร่วมกัน 2 เกณฑ์ในการพิจารณาเพื่อเปลี่ยนน้ำมัน ผู้ประกอบการร้อยละ 16 ใช้เกณฑ์ 4 เกณฑ์ร่วมกันในการพิจารณา และมีผู้ประกอบการเพียงร้อยละ 2 ที่ใช้เกณฑ์ 1 เกณฑ์ในการพิจารณาเพื่อเปลี่ยนน้ำมันหรือเติมน้ำมันเพิ่ม

เมื่อพิจารณาเกณฑ์ในการตัดสินใจพบว่า ผู้ประกอบการทั้งหมดจะใช้ปัจจัยในเรื่องสีเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาการเปลี่ยนน้ำมัน โดยอาจจะใช้ควบคู่กับเวลา หรือควบคู่กับกลิ่นน้ำมันที่เปลี่ยนแปลงในกรณีที่ใช้ 2 เกณฑ์ สำหรับผู้ประกอบการที่ใช้ 3 เกณฑ์ในการตัดสินใจ ใช้ปัจจัยในเรื่องของสีน้ำมันควบคู่กับระยะเวลาทอด ส่วนปัจจัยที่ 3 ขึ้นอยู่กับผู้ประกอบการ โดยจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการจะใช้ปัจจัยเรื่องกลิ่นของน้ำมันและปริมาณการทอดร่วมด้วย และสำหรับผู้ประกอบการที่ใช้ 4 เกณฑ์ ในการตัดสินใจเปลี่ยนน้ำมัน พบว่าผู้ประกอบการจะใช้ปัจจัยด้านสี ระยะเวลาการทอด และกลิ่นเป็นปัจจัยหลัก ส่วนปัจจัยที่ 4 ผู้ประกอบการจะใช้ปริมาณการทอดหรือความหนืด เป็นปัจจัยในการพิจารณา

ตารางที่ 4.4 คุณลักษณะทางกายภาพที่ผู้ประกอบการใช้ในการพิจารณาการเปลี่ยนน้ำมันทอดปาห้องโก๋

	สีของน้ำมัน	ระยะเวลาทอด	ปริมาณที่ทอด	ความหนืด	กลิ่นน้ำมัน
จำนวนผู้ประกอบการที่เลือกใช้	50	42	21	1	29
ร้อยละของจำนวนผู้ประกอบการที่เลือกใช้	100	84	42	2	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.4 พบว่าผู้ประกอบการพบว่าผู้ประกอบการทั้งหมดใช้การเปลี่ยนแปลงด้านสีของน้ำมันเป็นปัจจัยหลักในการพิจารณาการเปลี่ยนน้ำมัน โดยพบว่าในน้ำมันทอดปาห้องโก้จะมีการเปลี่ยนแปลงกายภาพน้อยเนื่องจากองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ปาห้องโก้มีส่วนผสมที่ไม่หลากหลาย จึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันทอดจากผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้ง่ายที่สุดของผู้ประกอบการ คือการเปลี่ยนแปลงด้านสี ดังนั้นผู้ประกอบการจึงใช้เป็นเกณฑ์พื้นฐานการตัดสินใจเพื่อเปลี่ยนน้ำมัน สำหรับเกณฑ์อื่นๆที่ใช้พิจารณาในอันดับรองลงมา ได้แก่ ระยะเวลาในการทอด กลิ่นของน้ำมัน ปริมาณการทอด และความหนืด ตามลำดับ โดยพบว่าผู้ประกอบการจะเลือกใช้เกณฑ์ด้านความหนืดน้อยที่สุด เนื่องจากน้ำมันทอดปาห้องโก้มีการเปลี่ยนแปลงในด้านความหนืดเพียงเล็กน้อย ผู้ประกอบการจึงใช้เป็นเกณฑ์สุดท้ายสำหรับการเลือกพิจารณาเพื่อเปลี่ยนน้ำมันหรือเติมน้ำมันเพิ่ม และจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการพบว่า ผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ปาห้องโก้ทอดทั้งหมดจะใช้การเติมน้ำมันเพิ่มแทนการเปลี่ยนน้ำมันใหม่

ข้อมูลอื่นๆจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ พบว่า ยอดขายต่อวันของผู้ประกอบการอยู่ในช่วง 300 - 800 บาท คิดเป็นน้ำหนักของวัตถุดิบ 3 -10 กิโลกรัม โดยผู้ประกอบการส่วนใหญ่เลือกใช้ใช้น้ำมันปาล์มในการทอด เนื่องจากน้ำมันปาล์มมีราคาถูก และมีสีที่ดีกว่าน้ำมันชนิดอื่น ทั้งนี้ น้ำมันปาล์มมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อกระบวนการทอดอาหาร เนื่องจากในน้ำมันปาล์มมีปริมาณกรดไขมันชนิดอิ่มตัวอยู่ในปริมาณสูงและมีโทโคฟีรอลเป็นองค์ประกอบ ซึ่งโทโคฟีรอลเป็นสารกันหืนตามธรรมชาติทำให้น้ำมันทนต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดี จากการเปรียบเทียบน้ำมันปาล์มโอเลอินกับน้ำมันพืชที่ผ่านกระบวนการไฮโดรจิเนชัน เช่นน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันทานตะวัน และน้ำมันจากเมล็ดฝ้าย พบว่า น้ำมันปาล์มโอเลอินจะมีความคงทนต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่น (Hui, 1996)

ลักษณะการขายผลิตภัณฑ์ปาห้องโก้ทอด พบว่า 82% เป็นการขายแบบขายประจำทุกวัน และอีก 18% เป็นแบบขายประจำตามตลาดนัด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการขายในช่วงเวลาเช้า (04.00 น. ถึง 10.00 น.) แต่ก็พบว่าผู้ประกอบการบางส่วนที่ขายในช่วงเย็น ประมาณ 15.00 น. ถึง 21.00 น. นอกจากนี้พบว่า กรณีที่น้ำมันทอดเสื่อมคุณภาพไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน ผู้ประกอบการส่วนใหญ่จะดำเนินการกับน้ำมันที่ไม่ใช้แล้วด้วยการนำไปขายต่อซึ่งราคาที่ได้ประมาณปีบละ 10 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

4.2.1 คุณภาพของน้ำมัน

จากการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ได้แบ่งกลุ่มของผลิตภัณฑ์ให้มีความใกล้เคียงกันเพื่อสามารถเปรียบเทียบข้อมูลได้ จากตัวอย่างน้ำมันที่สุ่มได้สามารถจำแนกกลุ่มของเนื้อสัตว์ออกเป็น 4 กลุ่มย่อย ได้แก่ ไก่ ปลา ลูกชิ้น และหมู ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วผู้ประกอบการจะขายผลิตภัณฑ์เพียงอย่างเดียว หรือผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบด้านส่วนผสมคล้ายๆกันเพื่อความสะดวกในการเตรียมสินค้า และลดการเสื่อมเสียของน้ำมันทอด โดยพบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จะมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพและทางเคมีมากกว่าผลิตภัณฑ์จำพวกแป้ง อันเนื่องมาจากองค์ประกอบของสินค้าที่แตกต่างกัน โดยผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จะมีองค์ประกอบของน้ำ ส่วนผสมและเครื่องเทศมากกว่าผลิตภัณฑ์จำพวกแป้ง จึงพบอัตราการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพในน้ำมันเร็วกว่ากลุ่มผลิตภัณฑ์แป้งทอด

จากตารางที่ 4.5 พบว่าน้ำมันทอดไก่มีค่าความสว่างเฉลี่ย 63.52 ค่าสีแดงเฉลี่ย 22.60 และค่าสีเหลืองเฉลี่ย 89.56 จากค่าสีที่ตรวจวัดได้แสดงให้เห็นว่าน้ำมันทอดไก่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีมากเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันทอดลูกชิ้นและน้ำมันทอดหมู ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์ไก่ทอดมีน้ำเป็นองค์ประกอบมากกว่ารวมถึงมีส่วนผสมและเครื่องเทศมากกว่ากลุ่มลูกชิ้นและหมูทอด แต่หากเปรียบเทียบกับน้ำมันทอดปลาจะพบว่าน้ำมันทอดไก่มีการเปลี่ยนแปลงด้านสีน้อยกว่า เมื่อพิจารณาปริมาณสารประกอบมีขั้วจากการวัดแบบ 3MPCT และ FOM มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 15.68 และ 19.58 ตามลำดับ ซึ่งค่าสารประกอบมีขั้วที่ตรวจวัดได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด แต่ทั้งนี้จากตัวอย่างน้ำมันทอดไก่ทั้งหมด พบว่า มีตัวอย่างจำนวน 2 ตัวอย่างจากทั้งหมด 9 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 22 ของตัวอย่างน้ำมันทอดไก่มีค่าสารประกอบมีขั้วเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด โดยมีค่าเท่ากับ 32.75 และ 28.25 เมื่อตรวจวัดด้วยเครื่อง FOM เมื่อพิจารณาตัวอย่างน้ำมันที่แต่ละตัวอย่างจะพบว่าผลิตภัณฑ์ไก่ทอดสมุนไพรมีค่าความสว่างต่ำที่สุดเท่ากับ 22.97 ทั้งนี้เนื่องจากองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ไก่ทอดสมุนไพรมีส่วนผสมและเครื่องเทศเป็นองค์ประกอบในปริมาณมากทำให้ส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงทางด้านสีมากกว่าผลิตภัณฑ์ไก่ทอดอื่นๆ และหากในระหว่างกระบวนการทอดผู้ประกอบการไม่เปลี่ยนน้ำมันหรือกรองกากอาหารที่ไหม้เกรียมก็จะส่งผลกระทบต่อเสื่อมคุณภาพด้านอื่นๆตามมา เช่น ทำให้น้ำมันมีความหนืดเพิ่มขึ้น โดยพบว่าเมื่อน้ำมันถูกให้ความร้อนเป็นเวลานานจะทำให้จำนวนคาร์บอนในโมเลกุลของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของไตรกลีเซอไรด์เพิ่มขึ้น เกิดการจับตัวของคาร์บอนภายในโมเลกุลของกรดไขมันได้เป็นสารประกอบวงแหวนทำให้โมเลกุลใหญ่ขึ้น ส่งผลกระทบต่อความหนืดในน้ำมันมีค่าเพิ่มขึ้น (Shyu *et al.*, 1998)

ตารางที่ 4.5 ค่าสีและสารประกอบมีขั้วของการเติมน้ำมันทอดเนื้อสัตว์

ลำดับ	รหัสตัว	พื้นที่ที่สูบ	ผลิตภัณฑ์	การเติมน้ำมันเพิ่ม		ค่าสี			ปริมาณสารประกอบมีขั้ว	
				ครั้ง	เวลาหลังจากเติมน้ำมัน (นาที)	L*	a*	b*	3M	FOM
									PCT	310
1	21B	บางขุนเทียน	ไก่ทอด	ลงใหม่	30	44.32	18.73	67.63	13.4	13.75
2	22B	บางขุนเทียน	ไก่ทอด	ลงใหม่	10	72.91	21.33	96.32	9.5	10.75
3	18B	บางบอน	ไก่ทอด	3	10	72.79	23.79	101.98	14.7	18.25
4	31B	บางขุนเทียน	ไก่ทอด	3	20	66.06	23.94	92.8	13.08	15.25
5	2B	บางบอน	ไก่ทอดสมุนไพร	3	30	22.97	21.18	38.87	22.5	32.75
6	14B	บางบอน	ไก่ทอดหาคใหญ่	3	30	74.3	23.17	104.09	16	19.75
7	8B	บางบอน	ไก่ทอด	4	30	72.84	24.7	103.1	21.2	28.25
8	9B	บางบอน	ไก่ทอด	4	30	67.55	30.19	102.99	12.1	15.25
9	4B	บางบอน	ไก่ทอดหาคใหญ่	4	15	77.96	16.37	98.25	18.6	22.25
ค่าเฉลี่ย						63.52	22.6	89.56	15.68	19.58
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน						18.1	3.92	22.11	4.32	7.13
1	39B	คลังชั้น	ปลา	ลงใหม่	10	74.27	16.76	90.61	10.48	6.50
2	40B	คลังชั้น	ปลา	ลงใหม่	10	80.8	10.29	88.98	9.50	9.25
3	36B	คลังชั้น	ปลาแคคเคียว	ลงใหม่	10	83.25	3.85	73.14	9.50	5.25
4	1B	บางบอน	ปลาแคคเคียว	1	20	41.83	39.8	71.17	16.65	20.75
5	6B	บางบอน	ปลาแคคเคียว	1	30	66.34	28.03	100.78	14.05	17.25
6	12B	บางบอน	ปลาแคคเคียว	1	20	17.55	35.2	30.05	14.70	19.75
7	19B	บางขุนเทียน	ปลาแคคเคียว	1	35	44.64	39.94	75.67	20.55	26.75
8	37B	คลังชั้น	ปลาแคคเคียว	1	25	76.78	19.3	102.7	13.40	18.00
9	45B	คลังชั้น	ปลา	2	35	81.8	7.81	85.22	14.70	21.75
10	48B	คลังชั้น	ปลา	3	30	17.95	37.85	30.81	16.00	21.50
11	7B	บางบอน	ปลาแคคเคียว	3	5	15.72	33.5	26.97	13.40	15.00
12	10B	บางบอน	ปลาแคคเคียว	3	35	33.06	41.5	56.68	10.80	13.50
13	16B	บางบอน	ปลาแคคเคียว	3	15	46.33	38.8	78.18	12.10	13.75
14	23B	บางขุนเทียน	ปลาแคคเคียว	3	20	16.91	31.5	29.09	22.50	31.75
15	26B	บางขุนเทียน	ปลาแคคเคียว	3	25	37.2	41	63.63	13.40	19.25
16	27B	บางขุนเทียน	ปลาแคคเคียว	3	25	51.07	34.96	84.32	10.15	11.75
17	28B	บางขุนเทียน	ปลาแคคเคียว	3	20	15.23	30.49	26.2	22.83	33.75
ค่าเฉลี่ย						47.1	28.86	65.54	14.39	17.97
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน						25.76	12.47	27.16	4.22	7.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ลำดับ	รหัส ตัวอย่าง	พื้นที่ ที่สุ่ม	ผลิตภัณฑ์	การเติมน้ำมันเพิ่ม		ค่าสี			ปริมาณสารประกอบมีजू	
				ที่เติม	เวลาหลังจาก เติมน้ำมัน (นาที)	L*	a*	b*	3M PCT	FOM 310
1	25B	บางขุนเทียน	ลูกชิ้น	ลงใหม่	15	84.36	5.07	81.42	6.25	7.25
2	34B	บางขุนเทียน	ลูกชิ้น	ลงใหม่	5	80.31	5.93	73.15	4.30	3.75
3	11B	บางบอน	ลูกชิ้น	2	20	86.27	2.59	76.31	9.50	9.50
4	24B	บางขุนเทียน	ลูกชิ้น	2	25	78.97	10.68	88.61	12.75	10.50
5	13B	บางบอน	ลูกชิ้น	3	5	86.35	2.19	76.30	11.45	11.75
6	17B	บางบอน	ลูกชิ้น	3	20	87.53	0.75	74.15	12.43	15.25
7	32B	คลังชั้น	ลูกชิ้น	3	25	77.35	14.28	91.97	19.58	20.75
8	44B	คลังชั้น	ลูกชิ้น	3	30	32.01	40.15	54.80	17.95	21.50
9	3B	บางบอน	ลูกชิ้น	3	15	92.72	-5.89	58.74	10.80	9.50
10	5B	บางบอน	ลูกชิ้น	3	15	85.17	4.16	81.87	13.40	16.25
11	20B	บางขุนเทียน	ลูกชิ้น	4	25	80.32	9.91	86.39	17.30	21.75
12	30B	บางขุนเทียน	ลูกชิ้น	4	35	75.42	13.54	89.11	18.60	34.75
13	33B	บางขุนเทียน	ลูกชิ้น	4	15	83.68	5.35	80.83	13.40	16.50
14	38B	คลังชั้น	ลูกชิ้น	4	40	78.76	10.79	87.70	15.35	22.75
15	41B	คลังชั้น	ลูกชิ้น	4	40	80.34	10.14	85.52	22.50	38.00
16	46B	คลังชั้น	ลูกชิ้น	4	40	83.09	7.5	87.75	21.20	38.00
ค่าเฉลี่ย						79.54	8.57	79.66	14.17	18.61
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน						13.41	9.88	10.62	5.16	10.65
1	42B	คลังชั้น	หมู&แคคเตีย	ลงใหม่	15	79.61	5.79	69.6	9.50	4.75
2	43B	คลังชั้น	หมู&แคคเตีย	ลงใหม่	15	76.57	8.66	74.17	10.48	3.75
3	49B	คลังชั้น	หมู&แคคเตีย	ลงใหม่	10	79.89	5.70	69.76	6.90	3.75
4	50B	คลังชั้น	หมู&แคคเตีย	ลงใหม่	15	83.96	1.99	68.77	9.50	4.75
5	47B	คลังชั้น	หมู&แคคเตีย	2	10	80.61	5.64	71.21	9.50	4.25
6	15B	บางบอน	เนื้อ/หมู	3	15	90.90	-3.35	62.99	10.15	8.75
7	35B	บางขุนเทียน	หมู&แคคเตีย	3	15	41.99	39.42	71.41	10.15	11.25
8	29B	บางขุนเทียน	เนื้อแคคเตีย	4	40	17.53	31.88	30.15	23.15	34.75
ค่าเฉลี่ย						68.88	11.97	64.76	11.17	9.50
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน						25.37	15.18	14.34	4.97	10.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวัดคุณภาพของน้ำมันทอดปลา พบว่ามีค่าความสว่างเฉลี่ยเท่ากับ 47.10 ค่าสีแดงเฉลี่ยเท่ากับ 28.86 และค่าสีเหลืองเฉลี่ยเท่ากับ 65.54 จากค่าสีที่ตรวจวัดได้แสดงให้เห็นว่าน้ำมันทอดปลาจะมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันทอดไก่ ลูกชิ้นและหมู ทั้งนี้เนื่องจากในเนื้อปลามีส่วนประกอบของรงควัตถุที่มีเหลือง ส้ม แดงอันเกิดจากอาหารที่ปลากินเข้าไป เช่น คาโรทีนอยด์ ซึ่งประกอบด้วยแซนโทฟิลล์ (xanthophyll) และคาโรทีน (carotene) รวมถึงส่วนของผลิตภัณฑ์ที่เป็นหนังปลาจะมีรงควัตถุที่ส่งผลให้น้ำมันทอดมีสีคล้ำได้ง่ายกว่าผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อื่นๆ อีกทั้งในผลิตภัณฑ์ปลาทอดยังมีส่วนของกริบ และหางที่จะเกิดการไหม้เกรียมเมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน และพบว่ามีบางส่วนของผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะบางจะไหม้เกรียมได้ง่ายกว่าบริเวณที่หนา ซึ่งจะส่งผลต่อการเกิดสีคล้ำของน้ำมันทอดเช่นกัน เมื่อพิจารณาปริมาณสารประกอบมีขี้จากการตรวจวัดแบบ 3MPCT และ FOM มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.39 และ 17.97 ตามลำดับ พบว่ามีตัวอย่างน้ำมันทอดปลา 3 ตัวอย่างจากทั้งหมด 17 ตัวอย่างหรือ คิดเป็นร้อยละ 17 มีค่าสารประกอบมีขี้สูงกว่าเกณฑ์คุณภาพที่กำหนด เท่ากับ 26.75 , 31.75 และ 33.75 เมื่อตรวจวัดด้วยเครื่อง FOM

จากการวัดคุณภาพของน้ำมันทอดลูกชิ้น พบว่ามีค่าความสว่างเฉลี่ยเท่ากับ 79.54 ค่าสีแดงเฉลี่ยเท่ากับ 8.57 และค่าสีเหลืองเท่ากับ 79.66 จากข้อมูลการตรวจวัดค่าสีจะเห็นได้ว่า น้ำมันทอดลูกชิ้นมีการเปลี่ยนแปลงด้านสีน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างของน้ำมันทอดไก่ ปลา และหมู ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นมีลักษณะเป็นมวลสาร ลักษณะของชิ้นอาหารมีช่องว่างในอาหารน้อย อันเกิดจากการปั่นผสมวัตถุดิบและเครื่องเทศรวมเป็นเนื้อเดียวกัน ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60-80 °C จนเช็ดตัวเป็นรูปทรงตามที่ต้องการ ทำให้เมื่อนำไปผ่านกระบวนการทอด ความร้อนและน้ำมันจะสามารถซึมผ่านเข้าสู่ชิ้นอาหารได้น้อย อีกทั้งลักษณะของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นทอดจะทำให้มีความกรอบที่ผิวนอกของผลิตภัณฑ์เท่านั้น ด้วยเหตุนี้เองจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีน้อยกว่าผลิตภัณฑ์อื่นๆ เมื่อพิจารณาปริมาณสารประกอบมีขี้จากการวัดแบบ 3MPCT และ FOM มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.17 และ 18.61 ตามลำดับ ซึ่งค่าปริมาณสารประกอบมีขี้ดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์คุณภาพที่สามารถใช้งานได้ และพบว่ามีตัวอย่างน้ำมันทอดลูกชิ้นจำนวน 4 ตัวอย่างจากทั้งหมด 16 ตัวอย่าง หรือคิดเป็นร้อยละ 18 มีปริมาณสารประกอบมีขี้เกินเกณฑ์คุณภาพที่กำหนด โดยมีค่าเท่ากับ 34.75 , 38 และ 38 เมื่อตรวจวัดด้วยเครื่อง FOM

จากการวัดคุณภาพของน้ำมันทอดหมู พบว่ามีค่าความสว่างเฉลี่ยเท่ากับ 68.88 ค่าสีแดงเฉลี่ยเท่ากับ 11.97 และค่าสีเหลืองเฉลี่ยเท่ากับ 64.76 จากข้อมูลที่ตรวจวัดได้ พบว่า น้ำมันทอดหมูมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีใกล้เคียงกับน้ำมันทอดไก่ แต่พบการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า อันเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์ไก่ทอดมีส่วนผสมและเครื่องเทศมากกว่าผลิตภัณฑ์ทอดหมู ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านสีมากกว่า เมื่อพิจารณาปริมาณสารประกอบมีขี้จากการวัดแบบ 3MPCT และ FOM พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.17 และ 9.5 ตามลำดับ ซึ่งปริมาณสารประกอบมีขี้ดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์คุณภาพที่สามารถใช้งานได้ และพบว่ามีตัวอย่างน้ำมันทอดหมูจำนวน 1 ตัวอย่างจากทั้งหมด 8 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12.5 ของตัวอย่างน้ำมันทอดหุ้มีค่าปริมาณสารประกอบมีขั้วเกินเกณฑ์คุณภาพ โดยมีค่าเท่ากับ 34.75 เมื่อตรวจวัดด้วยเครื่อง FOM

4.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าคุณภาพของน้ำมันทอดเนื้อสัตว์ แสดงดังตารางที่ 4.6
ตารางที่ 4.6 เมตริกซ์สหสัมพันธ์ลักษณะของน้ำมันทอดเนื้อสัตว์

	ค่าสี			% สารประกอบมีขั้ว	
	L*	a*	b*	3M PCT	FOM
L*	1				
a*	-0.836 **	1			
b*	0.732 **	-0.287 *	1		
3M PCT	-0.434 *	0.357 *	-0.203	1	
FOM	-0.407 **	0.349 *	-0.167	0.942 **	1

** ค่าสหสัมพันธ์มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

* ค่าสหสัมพันธ์มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

จากการคำนวณค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะคุณภาพที่ตรวจสอบของน้ำมันทอดเนื้อสัตว์ สามารถประมวลผลได้ดังตารางที่ 4.6 พบว่าค่าความสว่างมีค่าสหสัมพันธ์ทางลบอย่างสูงกับค่าสีแดง ($R = -0.836$) ในขณะที่มีค่าสหสัมพันธ์ทางบวกปานกลางกับค่าสีเหลือง ($R = 0.732$) แสดงให้เห็นว่าน้ำมันจากการทอดเนื้อสัตว์เมื่อมีค่าความสว่างลดลงจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าสีแดงอย่างชัดเจน และส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าสีเหลืองในระดับปานกลาง ซึ่งค่าความสว่างมีความสัมพันธ์กับค่าสีแดงและสีเหลืองอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ค่าความสว่างยังมีค่าสหสัมพันธ์ทางลบเล็กน้อยกับค่าสารประกอบมีขั้วทั้งวิธีวิเคราะห์แบบ 3MPCT และ FOM ($R = -0.434$ และ $R = -0.407$ ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่า น้ำมันจากการทอดเนื้อสัตว์เมื่อมีค่าความสว่างลดลง จะส่งผลเล็กน้อยต่อการเพิ่มขึ้นของค่าสารประกอบมีขั้ว ซึ่งค่าความสว่างมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบมีขั้วอย่างมีนัยสำคัญ แต่ค่าความสัมพันธ์ที่ได้ค่อนข้างต่ำจึงอาจจะยังไม่สามารถเปรียบเทียบข้อมูลกันได้ชัดเจนมากนัก

ค่าสีแดงมีค่าสหสัมพันธ์ทางลบเล็กน้อยกับค่าสีเหลือง ($R = -0.287$) แสดงให้เห็นว่าเมื่อค่าสีแดงของน้ำมันทอดเนื้อสัตว์สูงขึ้นจะส่งผลต่อการลดลงของค่าสีเหลืองเล็กน้อย นอกจากนี้ยังพบว่าค่าสีแดงมีค่าสหสัมพันธ์ทางบวกเล็กน้อยกับค่าสารประกอบมีขั้วทั้งสองวิธี (R ของ 3MPCT = 0.357 และ R ของ FOM = 0.349) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อค่าสีแดงของน้ำมันทอดเนื้อสัตว์สูงขึ้นจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าสารประกอบมีขั้วเพียงเล็กน้อย ค่าสีแดงมีความสัมพันธ์กับค่าสีเหลืองและปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

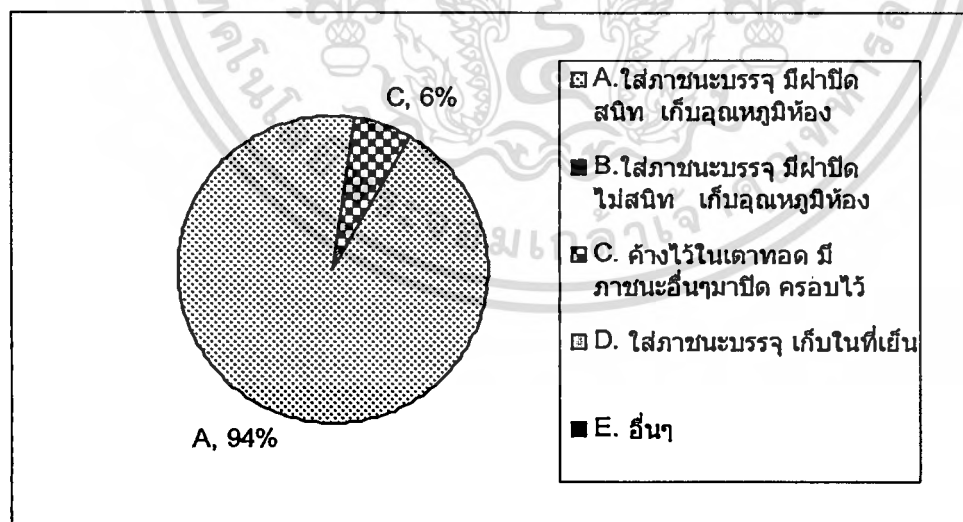
สารประกอบมีขั้วอย่างมีนัยสำคัญ แต่เนื่องจากค่าสหสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำ จึงไม่สามารถเปรียบเทียบความสัมพันธ์ได้ชัดเจนมากนัก

ค่าสีเหลืองมีค่าสหสัมพันธ์ทางลบเล็กน้อยกับค่าสารประกอบมีขั้วทั้งวิธีวิเคราะห์แบบ 3MPCT และ FOM ($R = -0.203$ และ $R = -0.167$ ตามลำดับ) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เมื่อค่าสีเหลืองของน้ำมันทอดปาท่องโก๋สูงขึ้นจะส่งผลต่อการลดลงของค่าสารประกอบมีขั้วเพียงเล็กน้อย

ค่าสารประกอบมีขั้วจากวิธี 3MPCT มีค่าสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างสูงกับค่าสารประกอบมีขั้วจากวิธี FOM ($R = 0.942$) และมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าเมื่อค่าสารประกอบมีขั้วด้วยการวิเคราะห์แบบ 3MPCT มีค่าสูงขึ้นจะพบว่าค่าสารประกอบมีขั้วที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี FOM มีค่าสูงขึ้นด้วย

4.2.3 ข้อมูลการใช้น้ำมัน

4.2.3.1 การจัดเก็บน้ำมันใช้แล้วเพื่อนำไปใช้ใหม่ จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์อาหารทอดจากเนื้อสัตว์ได้แก่ ไก่ หมู ปลา และลูกชิ้น ทั้ง 50 ราย พบว่าผู้ประกอบการร้อยละ 94 จัดเก็บน้ำมันทอดใช้แล้วในภาชนะบรรจุแบบมีฝาปิดสนิทและเก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง พบผู้ประกอบการร้อยละ 6 จัดเก็บน้ำมันใช้แล้วโดยค้ำไว้ในเตาทอด และพบว่าไม่มีผู้ประกอบการรายใดที่จัดเก็บน้ำมันใช้แล้วในภาชนะบรรจุและเก็บในที่เย็น ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันทอดจากผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ จะเกิดการไหม้เกรียมในน้ำมันมากกว่ากลุ่มน้ำมันทอดปาท่องโก๋ รวมถึงยังมีกลิ่นรสของเครื่องเทศปนอยู่ในน้ำมันใช้แล้ว หากวางไว้ในอุณหภูมิห้องโดยไม่มีฝาปิด หรือปิดไม่สนิทจะเกิดปัญหาจากสัตว์พาหะ จำพวกหนูและแมลงสาบได้ง่าย ข้อมูลการจัดเก็บแสดงดังในภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 ภาพแสดงสัดส่วนการจัดเก็บน้ำมันใช้แล้วของผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

4.2.3.2 ปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาการเปลี่ยนน้ำมัน จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ทอด ได้แก่ ไก่ หมู ปลา และลูกชิ้นทั้ง 50 ราย พบว่าผู้ประกอบการส่วนใหญ่จะไม่ได้กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาเพียงเกณฑ์เดียว แต่จะพิจารณาหลายปัจจัยร่วมกันเช่นเดียวกับผู้ประกอบการปาท่องโก๋ทอด แต่ลักษณะเกณฑ์ ที่ผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ทอดจะใช้เกณฑ์หลายเกณฑ์ในการพิจารณา ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้จะมุ่งเน้นความสำคัญไปที่ปัจจัยด้าน สีและความหนืดเป็นหลัก เนื่องจากรองค์ประกอบและลักษณะของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของน้ำมันร่วมกันหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็น สี ความหนืด และกลิ่นที่เปลี่ยนแปลงในน้ำมันทอด ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 การใช้เกณฑ์เพื่อพิจารณาการเปลี่ยนน้ำมันหรือเติมน้ำมันเพิ่ม ในผลิตภัณฑ์ทอดเนื้อสัตว์

จำนวนเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินใจ	จำนวนผู้ประกอบการ	ร้อยละ
1 เกณฑ์	0	0
2 เกณฑ์	1	2
3 เกณฑ์	27	54
4 เกณฑ์	17	34
5 เกณฑ์	5	10
รวม	50	100

เมื่อพิจารณาเกณฑ์ที่ผู้ประกอบการใช้ 2 เกณฑ์ในการตัดสินใจพบว่า จะใช้ปัจจัยในเรื่องสีของน้ำมันควบคู่กับความหนืด สำหรับผู้ประกอบการที่ใช้ 3 เกณฑ์ในการตัดสินใจ ส่วนใหญ่จะใช้ปัจจัยในเรื่องของสีน้ำมันเป็นหลัก ส่วนปัจจัยที่เหลือจะขึ้นอยู่กับลักษณะผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน จากผลการสัมภาษณ์พบผู้ประกอบการใช้ปัจจัยในเรื่องความหนืด กลิ่น ระยะเวลาการทอด และปริมาณการทอดร่วมด้วย สำหรับผู้ประกอบการที่ใช้เกณฑ์จำนวน 4 เกณฑ์ในการตัดสินใจ พบว่าผู้ประกอบการจะใช้ปัจจัยด้านสีน้ำมัน และความหนืดเป็นปัจจัยหลัก ส่วนปัจจัยอื่นๆจะเลือกใช้ตามความเหมาะสม นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ประกอบการส่วนหนึ่งใช้เกณฑ์ทั้ง 5 เกณฑ์ในการตัดสินใจเพื่อเปลี่ยนน้ำมัน ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ทอด จะมีการเปลี่ยนทางด้านสีและความหนืดค่อนข้างมาก จึงพบว่าผู้ประกอบการ โดยส่วนใหญ่จะใช้ปัจจัยด้านสีและความหนืดเป็นหลัก ส่วนปัจจัยด้านอื่นจะขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของอาหาร

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ผู้ประกอบการส่วนใหญ่ร้อยละ 54 ใช้เกณฑ์ร่วมกัน 3 เกณฑ์ ในการพิจารณาเพื่อเปลี่ยนน้ำมัน ผู้ประกอบการร้อยละ 34 ใช้เกณฑ์ร่วมกัน 4 เกณฑ์ในการพิจารณาเพื่อเปลี่ยนน้ำมัน ผู้ประกอบการร้อยละ 10 ใช้เกณฑ์ 5 เกณฑ์ร่วมกันในการพิจารณา และมีผู้ประกอบการอีกร้อยละ 2 ใช้เกณฑ์ 2 เกณฑ์ในการพิจารณาเพื่อเปลี่ยนน้ำมันหรือเติมน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 คุณลักษณะทางกายภาพของผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ทอดใช้ในการพิจารณาการเปลี่ยนน้ำมัน

	สีของน้ำมัน	ระยะเวลาทอด	ปริมาณที่ทอด	ความหนืด	กลิ่นน้ำมัน
จำนวนผู้ประกอบการ ที่เลือกใช้	50	26	29	42	29
ร้อยละของจำนวน ผู้ประกอบการที่เลือกใช้	100	52	58	84	58

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในน้ำมันทอดเนื้อสัตว์ที่เห็นได้ชัดเจนที่สุดคือการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีและความหนืด จึงพบว่าผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ทอดเนื้อสัตว์จะใช้เกณฑ์ด้านสีและความหนืดเป็นปัจจัยพื้นฐานในการตัดสินใจเพื่อเปลี่ยนน้ำมัน การเปลี่ยนแปลงทางด้านสีในน้ำมันทอดเนื้อสัตว์ เกิดจากกลุ่มอะมิโนอิสระของกรดอะมิโนเปปไทด์หรือโปรตีนทำปฏิกิริยากับสารประกอบแอลดีไฮด์ น้ำตาลรีดิคซ์ซิง และสารประกอบคาร์บอนิลอื่นๆ ทำให้เกิดสารประกอบสีน้ำตาลของเมลานินซึ่งละลายน้ำได้ และส่งผลต่อการเกิดสีคล้ำในน้ำมันทอดอาหาร สำหรับการเปลี่ยนแปลงด้านความหนืดของน้ำมันเกิดจากปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน ออกซิเดชันและไฮโดรไลซิส พบว่าเมื่อน้ำมันมีความหนืดเพิ่มขึ้นจะทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนลดลง จึงเป็นผลให้ต้องใช้เวลาในการทอดนานขึ้น อีกทั้งยังทำให้อาหารที่ผ่านการทอดด้วยน้ำมันนั้นนุ่มน้ำมันมากขึ้นด้วย ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์อาหารทอดมีคุณภาพไม่ดี (McGill, 1980)

จากตารางที่ 4.8 จะพบว่าผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ทอดทั้งหมดได้ใช้ปัจจัยในเรื่องสีของน้ำมันเป็นปัจจัยหลักในการพิจารณาเพื่อเปลี่ยนน้ำมัน และปัจจัยที่สำคัญอันดับที่สอง คือ ความหนืดของน้ำมันที่เปลี่ยนไป คิดเป็นร้อยละ 84 ของจำนวนผู้ประกอบการ ส่วนปัจจัยด้านกลิ่นของน้ำมันที่เปลี่ยนไปและปริมาณการทอด เป็นปัจจัยที่ผู้ประกอบการใช้มากเป็นอันดับที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 58 ของจำนวนผู้ประกอบการ และผู้ประกอบการจะใช้ปัจจัยด้านระยะเวลาในการทอดเป็นปัจจัยอันดับสุดท้ายในการร่วมพิจารณาเพื่อเปลี่ยนน้ำมันทอด โดยคิดเป็นร้อยละ 52 ของผู้ประกอบการ

ข้อมูลจากการสัมภาษณ์อื่นๆ พบว่า จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ทอดทั้ง 50 ราย พบว่ายอดขายต่อวันประมาณ 500 - 1000 บาท ผู้ประกอบการส่วนใหญ่ใช้น้ำมันปาล์มในการทอด เช่นเดียวกับผู้ประกอบการปาท่องโก๋ทอด

ลักษณะการขายผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ทอด พบว่า 80% เป็นแบบขายประจำทุกวัน และอีก 20% เป็นแบบขายประจำตามตลาดนัด ซึ่งช่วงเวลากการขายจะพบมากเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงเช้า (04.00 น. ถึง 10.00 น.) และช่วงเย็น 15.00 น. ถึง 21.00 น. แต่ก็พบว่าผู้ประกอบการบางส่วนที่ขายในช่วงกลางวัน นอกจากนี้พบว่า กรณีที่น้ำมันทอดเสื่อมคุณภาพไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน ผู้ประกอบการส่วนใหญ่จะดำเนินการกับน้ำมันที่ไม่ใช้แล้วด้วยการนำไปขายต่อเช่นเดียวกับผู้ประกอบการปาท่องโก๋ทอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

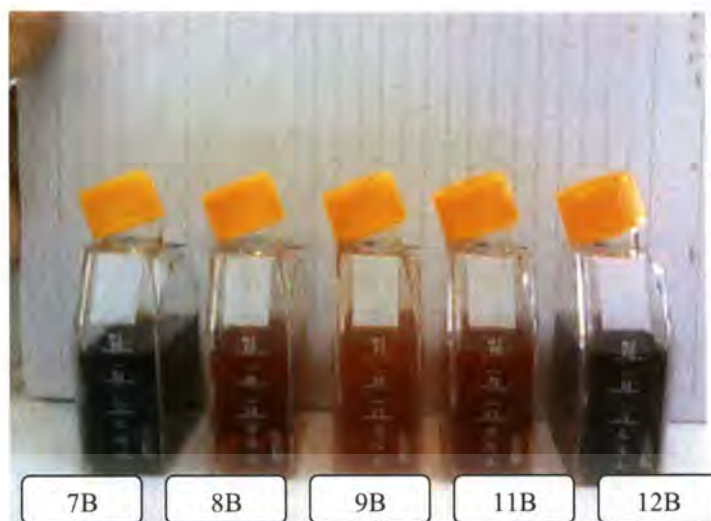
Morton และ Chidley (1988) ได้ทำการประเมินระยะเวลาการใช้งานน้ำมันทอดอย่างเหมาะสม เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในอาหารมากที่สุด ได้พบว่าไม่มีวิธีการใดที่สามารถใช้ในการประเมินระยะเวลาการใช้งานน้ำมันทอดได้อย่างเหมาะสมและเป็นที่น่าพอใจ โดยทั่วไปในร้านอาหารจะพบว่าผู้ประกอบการมักใช้ประสบการณ์ส่วนตัวเพื่อตัดสินใจในการเปลี่ยนน้ำมัน โดยสังเกตจากสี กลิ่น การเกิดฟองและการเกิดควัน และจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ปาท่องโก๋ทอดและเนื้อสัตว์ทอดพบว่า โดยส่วนใหญ่จะใช้ปัจจัยด้านสีเป็นปัจจัยพื้นฐานในการตัดสินใจ โดยใช้ควบคู่กับปัจจัยด้านอื่นๆตามความเหมาะสมขึ้นอยู่กับผู้ประกอบการแต่ละราย

4.3 การเปรียบเทียบค่าคุณภาพของน้ำมันทอดปาท่องโก๋และน้ำมันทอดเนื้อสัตว์

จากการสุ่มตัวอย่างน้ำมันทอดจากผลิตภัณฑ์ปาท่องโก๋และน้ำมันทอดผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ แสดงลักษณะสีของตัวอย่างน้ำมันทอดแต่ละกลุ่ม ดังภาพที่ 4.3 และภาพที่ 4.4 โดยจะพบว่าลักษณะสีของตัวอย่างน้ำมันทอดปาท่องโก๋มีการเปลี่ยนแปลงด้านสีน้อยกว่า หรือน้ำมันยังคงมีลักษณะเป็นสีเหลืองค่อนข้างใส ส่วนน้ำมันจากผลิตภัณฑ์กลุ่มเนื้อสัตว์ทอดพบว่าการเปลี่ยนแปลงด้านสีมาก หรือพบว่าน้ำมันมีลักษณะคล้ำ โดยเฉพาะในกลุ่มผลิตภัณฑ์ปลาทอด ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าสีที่ตรวจวัดได้จากเครื่อง ColorQuestXE พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) ที่ตรวจวัดได้สอดคล้องกับค่าสีของน้ำมันทอดเมื่อพิจารณาด้วยสายตา



ภาพที่ 4.3 ภาพแสดงลักษณะสีของน้ำมันทอดกลุ่มปาท่องโก๋



ภาพที่ 4.4 ภาพแสดงลักษณะสีของน้ำมันทอดกลุ่มเนื้อสัตว์

ค่าคุณภาพจากการตรวจวัดทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปาท่องโก๋และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์สามารถสรุปค่าคุณภาพเฉลี่ยของตัวอย่างน้ำมันทั้ง 2 กลุ่ม ได้ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ตารางเปรียบเทียบค่าคุณภาพของน้ำมันทอดปาท่องโก๋และน้ำมันทอดเนื้อสัตว์

ตัวอย่าง	L*	ค่าสี		ค่าสารประกอบมีขี้		หมายเหตุ
		a*	b*	3MPCT	FOM	
ปาท่องโก๋	83.94	6.03	75.97	13.69	14.69	จากทั้งหมด 50 ตัวอย่าง
โก๋ทอด	63.52	22.60	89.56	15.68	19.58	จากทั้งหมด 9 ตัวอย่าง
ปลา	47.10	28.86	65.54	13.40	12.80	จากทั้งหมด 17 ตัวอย่าง
ลูกชิ้น	79.54	8.57	79.66	17.95	14.50	จากทั้งหมด 16 ตัวอย่าง
หมู	68.88	11.97	64.76	11.45	9.80	จากทั้งหมด 8 ตัวอย่าง

จากตารางที่ 4.9 แสดงข้อมูลค่าคุณภาพโดยรวมของน้ำมันทอดจากผลิตภัณฑ์อาหารแต่ละกลุ่มเมื่อเรียงลำดับค่าสารประกอบมีขี้จากค่ามากที่สุดไปหาค่าต่ำที่สุด แสดงข้อมูลได้ดังนี้ โก๋ทอดมีปริมาณสารประกอบมีขี้สูงที่สุด และอันดับรองลงมาคือ ลูกชิ้น ปาท่องโก๋ ปลา และ หมู ตามลำดับ โดยพบว่าในขณะที่ค่าความสว่างของน้ำมันทอดปลามีค่าต่ำที่สุด แต่ในทางตรงกันข้ามกลับพบว่าค่าสารประกอบมีขี้จากตัวอย่างน้ำมันทอดปลามีปริมาณน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความสว่างสูงดังเช่นตัวอย่างน้ำมันทอดปาท่องโก๋ แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีไม่สามารถเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ต่างชนิดกันได้เนื่องจากมีองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน หากต้องการเปรียบเทียบการเสื่อมเสียของน้ำมันควรใช้การวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางเคมีเช่น ปริมาณสารประกอบมีขี้ จะทำให้เปรียบเทียบการเสื่อมเสียของน้ำมันได้ดีกว่าการประเมินทางด้านกายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ทั้งนี้การที่ผู้ประกอบการจะทดสอบหาปริมาณสารประกอบมีข้าวหรือการเปลี่ยนแปลงทางเคมีนั้นเป็นไปได้ยาก เนื่องจากเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต ขาดความรู้ความสามารถในการวิเคราะห์ทางเคมี รวมถึงไม่สะดวกในการหาซื้อชุดทดสอบมาใช้งาน ดังนั้น ควรมีการผลักดันให้หน่วยงานของรัฐที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการสร้างความรู้ความเข้าใจให้แก่ผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์อาหารทอดให้มีความตระหนักถึงอันตรายในการใช้น้ำมันเสื่อมคุณภาพ แนวทางในการปฏิบัติเพื่อยืดอายุการใช้งานน้ำมันทอดอาหาร รวมถึงกำหนดมาตรฐานในการพิจารณาเพื่อเปลี่ยนน้ำมันทอดของผลิตภัณฑ์อาหารทอดแต่ละชนิด นอกจากนี้ควรทำการวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับกระบวนการทอดอาหารแต่ละประเภทเพื่อกำหนดเป็นมาตรฐานการผลิตอาหารทอดในด้านปริมาณการทอด และระยะเวลาการทอดที่เหมาะสม และใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการเปลี่ยนน้ำมันหรือเติมน้ำมันเพิ่มในกระบวนการทอดของผลิตภัณฑ์อาหารทอดแต่ละประเภท



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

การทดลองนี้เป็นการสุ่มตัวอย่างน้ำมันทอดจากร้านค้าแผงลอย ตลาดนัด รถเข็น ในเขตบางบอน บางขุนเทียนและตลิ่งชันของกรุงเทพมหานคร โดยแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผลิตภัณฑ์จำพวกแป้ง ในที่นี้ใช้ปาท่องโก๋เป็นตัวอย่าง และกลุ่มผลิตภัณฑ์จำพวกเนื้อสัตว์ ได้แก่ ไข่ ปลา ลูกชิ้นและหมู จากนั้นนำไปวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมี ด้วยการวัดค่าสีและสารประกอบมีซีว รวมถึงสัมภาษณ์ผู้ประกอบการเกี่ยวกับพฤติกรรมในการใช้น้ำมัน และเกณฑ์ที่ใช้เพื่อพิจารณาการเปลี่ยนน้ำมัน ได้ผลดังนี้

1. จากการศึกษาคุณภาพของน้ำมันทอดปาท่องโก๋ ได้จัดกลุ่มของตัวอย่างน้ำมันตามครั้งที่เติมน้ำมัน พบว่าตัวอย่างที่เติมน้ำมันจำนวนครั้งมากขึ้น ค่าความสว่างจะมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ค่าสีแดงและค่าสีเหลืองมีแนวโน้มสูงขึ้น แสดงให้เห็นว่า น้ำมันมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีมาก เมื่อพิจารณาค่าสารประกอบมีซีวจะพบว่าตัวอย่างที่มีการเติมน้ำมันจำนวนครั้งมากขึ้นปริมาณสารประกอบมีซีวจะมีแนวโน้มสูงขึ้น และพบน้ำมันที่มีสารประกอบมีซีวเกินมาตรฐานอยู่ร้อยละ 6 ของตัวอย่างทั้งหมด

2. จากการสัมภาษณ์ข้อมูลการใช้น้ำมันของผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ปาท่องโก๋ทอด พบว่าผู้ประกอบการร้อยละ 80 จัดเก็บน้ำมันใช้แล้วในภาชนะบรรจุที่มีฝาปิดสนิท ส่วนอีกร้อยละ 14 จัดเก็บน้ำมันในภาชนะบรรจุที่มีฝาปิดแต่ฝาปิดไม่สนิท และมีผู้ประกอบการร้อยละ 6 จัดเก็บโดยค้ำไว้ในเตาทอดที่ล้างแล้ว และมีฝาครอบไว้ นอกจากนี้ยังได้สอบถามเกณฑ์ที่ผู้ประกอบการใช้ในการเปลี่ยนน้ำมันพบว่า ผู้ประกอบการร้อยละ 98 ใช้เกณฑ์มากกว่า 2 เกณฑ์ในการพิจารณาเพื่อเปลี่ยนน้ำมัน เกณฑ์ที่ผู้ประกอบการส่วนใหญ่ใช้คือการพิจารณาด้านสีของน้ำมัน ซึ่งจะใช้ควบคู่กับเกณฑ์อื่นๆ ได้แก่ ระยะเวลาการทอด ปริมาณการทอด ความหนืด และกลิ่น ขึ้นอยู่กับผู้ประกอบการแต่ละรายจะเลือกใช้

3. จากการศึกษาคุณภาพของน้ำมันทอดเนื้อสัตว์ ได้จัดกลุ่มผลิตภัณฑ์ตามชนิดของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ไข่ ปลา ลูกชิ้น และ เนื้อหมู พบว่าค่าความสว่างของน้ำมันทอดลูกชิ้นมีค่าสูงกว่าน้ำมันจากผลิตภัณฑ์อื่นๆ ในขณะที่น้ำมันทอดปลาามีค่าความสว่างต่ำที่สุด แสดงให้เห็นว่าสีของน้ำมันทอดลูกชิ้นมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดและในขณะที่น้ำมันทอดปลาามีการเปลี่ยนแปลงด้านสีมากที่สุด และเมื่อพิจารณาค่าสารประกอบมีซีวพบว่าปริมาณสารประกอบมีซีวเฉลี่ยของตัวอย่างน้ำมันทอดไข่มีค่าสูงที่สุดรองลงมาคือน้ำมันทอดลูกชิ้น จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีของน้ำมันไม่สามารถบ่งชี้ได้ว่าจะเกิดปริมาณสารประกอบมีซีวในน้ำมันมากหรือน้อย ทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีเกิดจากลักษณะของอาหารและส่วนประกอบของอาหารเป็นสำคัญ

4. จากการสัมภาษณ์ข้อมูลการใช้น้ำมันของผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ทอด พบว่าผู้ประกอบการร้อยละ 94 จัดเก็บน้ำมันใช้แล้วในภาชนะบรรจุที่มีฝาปิดสนิท ส่วนอีกร้อยละ 6 จัดเก็บน้ำมันในภาชนะบรรจุที่มีฝาปิดแต่ฝาปิดไม่สนิท นอกจากนี้ยังได้สอบถามเกณฑ์ที่ผู้ประกอบการใช้ในการพิจารณาเพื่อเปลี่ยนน้ำมันพบว่า ผู้ประกอบทั้งหมดใช้เกณฑ์มากกว่า 2 เกณฑ์ในการพิจารณาเพื่อเปลี่ยนน้ำมัน เกณฑ์ที่ผู้ประกอบการส่วนใหญ่ใช้คือการพิจารณาด้านสีและความหนืดเป็นพื้นฐาน และยังใช้เกณฑ์อื่นๆร่วมด้วย ได้แก่ ระยะเวลาการทอด ปริมาณการทอด และกลิ่น ขึ้นอยู่กับผู้ประกอบการแต่ละรายจะเลือกใช้ ทั้งนี้ลักษณะของน้ำมันทอดเนื้อสัตว์จะมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพมากกว่าน้ำมันทอดปลาทอดไก่ทำให้มีการใช้เกณฑ์ในการพิจารณามากกว่าน้ำมันทอดปลาทอดไก่

5. จากการวัดค่าสีและสารประกอบมีขี้ผึ้งของน้ำมันทอดปลาทอดไก่และน้ำมันทอดผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ พบว่า ค่าสีสามารถใช้เป็นดัชนีในการพิจารณาการเสื่อมเสียของน้ำมันทอดปลาทอดไก่ได้ดีกว่าการพิจารณาในน้ำมันทอดเนื้อสัตว์ เนื่องจากองค์ประกอบหลักของผลิตภัณฑ์ปลาทอดไก่ คือ แป้งและน้ำตาล ซึ่งแต่ละตัวอย่างจะมีส่วนผสมในปริมาณที่ใกล้เคียงกันทำให้สามารถเปรียบเทียบความสัมพันธ์ต่อการเกิดสารประกอบมีขี้ผึ้งได้ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ทอดแต่ละชนิดมีองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน จึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีที่แตกต่างกัน ดังจะเห็นได้ว่า ในขณะที่น้ำมันทอดปลามีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันทอดไก่ ลูกชิ้นและหมูแต่ในทางตรงกันข้ามกลับพบว่าน้ำมันทอดปลา มีค่าสารประกอบมีขี้ผึ้งต่ำกว่าน้ำมันทอดไก่ และมีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันทอดลูกชิ้นที่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีน้อยกว่า แสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงทางด้านสีของน้ำมันทอดเนื้อสัตว์นั้น ไม่ใช่ดัชนีที่มีความเหมาะสมต่อการใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาเพื่อเปลี่ยนหรือเติมน้ำมัน ดังนั้นหากต้องการพิจารณาการเสื่อมเสียของน้ำมันอย่างแท้จริงจึงควรตรวจวัดค่าสารประกอบมีขี้ผึ้งด้วยชุดทดสอบแบบง่าย หรือวิเคราะห์ด้วยวิธีการ column chromatography เพื่อให้ทราบค่าที่แท้จริง

บรรณานุกรม

- กระทรวงสาธารณสุข. 2547. กองพัฒนาศักยภาพผู้บริโภค ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 283 เรื่องกำหนดปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันที่ใช้ทอดหรือประกอบอาหารเพื่อจำหน่าย เข้าถึงได้จาก <http://fda.moph.go.th> 25 กุมภาพันธ์ 2552.
- กระทรวงสาธารณสุข. 2549. กลุ่มพัฒนาระบบ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา . เอกสารเผยแพร่ “น้ำมันทอดซ้ำ ภัยแฝงที่ควรระวัง” . เข้าถึงได้จาก : <http://www.fda.moph.go.th> . 25 กุมภาพันธ์ 2552 .
- จงกลณี วิทยารุ่งเรืองศรี และกนกวรรณ เศรษฐพงษ์ศุภนิช. 2549. ศูนย์ปฏิบัติการความปลอดภัยด้านอาหาร . ภัยน้ำมันทอดซ้ำ. เข้าถึงได้จาก : <http://www.fda.moph.go.th> . 25 กุมภาพันธ์ 2552.
- นิธิยารัตนาปนนท์. 2545. เคมีอาหาร. กรุงเทพฯ. โอเดียนสโตร์.
- นิธิยารัตนาปนนท์. 2548. วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน. กรุงเทพฯ. โอเดียนสโตร์. 256 หน้า.
- นภา ตั้งเตรียมจิตมั่น. 2549 . “ความเสี่ยงในการใช้น้ำมันทอดอาหารซ้ำ” บทความวิชาการ สำนักบริการวิชาการ, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- เนือทอง วนานวัชร. 2539. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 504.
- มณฑาทิพย์ ชุ่นฉลาด. 2535. “คุณภาพน้ำมันทอด” วารสารอาหาร สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. 22(2) : 8-12.
- รุ่งนภา วิสิษฐุครการ. 2540. การประเมินอายุการเก็บของอาหาร. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 169น.
- วรศรา จิระชาติ. 2548. การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันปาล์มที่ผ่านการทอดไก่ชุบแป้งโดยใช้สารดูดซับซิลิกาเจล. วิทยานิพนธ์วิทยาศาตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ศตานันท์ เข็มสันคุษฎี. 2548. การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันปาล์มที่เลิกใช้แล้วด้วยตัวดูดซับเพื่อการผลิตสบู่ใส. วิทยานิพนธ์วิทยาศาตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์อาหาร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศศิเกษม ทองยงค์ และพรธณี เดชกำแหง. 2530. เคมีอาหารเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1 โอ เอส พรีนติ้งเฮ้าท์ กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2544. วท.ยื่นยันใช้น้ำมันทอดอาหารซ้ำอันตราย. บททวามวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เข้าถึงได้จาก : <http://www.tistr.or.th>. 25 กุมภาพันธ์ 2552.

AOCS. 1997. **Official Methods and Recommended Practices of the AOCS**. 5th ed. The American Oil Chemists Society Champaign, Illinois.

Bansal, G., Zhou, W., Ting, W.T., Fung, L.N. and Hui, L.L. 2009. Analysis of trans fatty acids in deep frying oils by three different approaches. **Food chemistry**. 1-7.

Billek, G., Guhr, G. and Waibel, J. 1978. Quality assessment of used frying fats : a comparison of four methods. **Journal of Food Science**. 67(4) : 1478-1484.

Cardiol, A.B., 2003. Lipid peroxidation and nitric oxide inactivation in postmenopausal women. **SCIELO**. 80(4).

Farid, M. and Kizilel, R. 2009. A new approach to the analysis of heat and mass transfer in drying and frying of food products. **Chemical Engineering and Processing**. 48 : 217-223.

Fellow, P.J., 1990. **Food Processing Technology Principle and Practice**. Ellis Horwood Limited . 505p.

Garayo, J. and Moreira, R. 2002. Vacuum frying of potato chips. **Journal of Food Engineering**. 55 : 181 – 191.

Goburdhun, D., Seebun, P. and Ruggoo, A. 2000. Effect of deep-fat frying of potato chips and chicken on the quality of soybean oils. **Journal Con Study Home Economic**. 24 : 223-233.

Hageman, G., Kikken, R., Ten, H.F. and Kleinjans, J. 1988. Assessment of mutagenic activity of repeatedly used deep-frying fats. **Mutation Research/Genetic Toxicology**. 204(4) : 593-604.

Hui, Y.H. 1996. **Bailey's industrial oil and fat products Vol.2, Edible oil and fat products oil and oil seed**. 5th ed. A Wiley interscience publication. 708 p.

Kochhar, S.P., 2001. The composition of frying oils ,pp 87-114. In J.B. Rossell.(eds.)

Frying Improving quality. Woodhead publishing limited Cambridge England. 369p.

Kumar, P.,Michael, O., Manjeet, S. 2010. **Breaded Fried Foods**. CRC Press Taloy&Pranois Group. NewYork. 77p.

Lomanno, S.S. and Nawar, W.W. 1982. Effect of heating temperature and time on the volatile oxidative decomposition of linolenate. **Journal of Food Science**. 47 : 744.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Manral, M., Pandey, M.C., Jayathilakan, K., Radhakrishna, K. and Bawa, A.S. 2008. Effect of fish (*Catla catla*) frying on the quality characteristics of sunflower oil. **Food Chemistry**. 106 : 634-639.
- Martina, H., Hariette, H. and Heinz, I. 1998. Determination of total polar parts with new methods for the quality survey of frying fats and oils. **Talanta**. 47 : 447-454.
- McGill, E.A. 1980. The chemistry of frying. **Bakers Digest**. 6(62) : 38 – 42.
- McInton, S.L., Jafar, S., Sykes, D., and Tigriano, M.K. 1994. Review of stability measurements for frying oils and fried food flavor. **JAOCS**. 71 : 1301-1308.
- Morton, I.D. and Chidley, J.E. 1988. **Methods and equipment in frying**. In **frying of Food**. Eds. Varcla, G. Bender and Morton, I.D. Ellis Horwood. Chichester. 37-51.
- Moreira, R.G., Sun, X. and Chen, Y. 1997. Factors affecting oil uptake in tortilla chips in deep fat frying. **Journal of Food Engineering**. 31: 485-498.
- Nagao, T., Chikako, O. and Ayako, Y. 2006 Is the Frying Oil in Deep-Fried Foods Safe? **Journal of OLEO SCIENCE**. 55 : 449-456.
- O'Brien, R. 1993. Foodservice use of fat and oils. **INFORM**. 4(8): 913-921.
- Paul, S. and Mittal, G.S. 1996. Dynamics of fat/oil degradation during frying based on optical properties. **Journal of Food Engineering**. 30: 389-403.
- Paul, S. and Mittal, G.S. 1997. Regulating the use of degraded oil/fat in deep-fat/oil food frying **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. 37(7) : 635-662.
- Perkins, E.G. and Erickson, M.D. 1996. **Deep frying Chemistry, Nutrition and Practical Applications**. AOCS Press, Illinois. 357p.
- Perkins, E.G. and Lamboni, C. 1998. Magnesium silicate treatment of dietary heated fats : effects on rat liver enzyme activity. **Lipids** 33 : 683-687.
- Riera, B., Codony, R., Rafecas, M. and Guardiola, F. 2000. **Recycled cooking oils : Assessment of risks for public health : Final study**. European Parliament Directorate General for Research Directorate A The STOA Programme.
- Saguy, I.S. and Pinthus, J.E. 1995 Oil uptake during deep fat frying: factors and mechanisms. **Journal of Food Technology**. 49(4):142-145.
- Saguy, I.S. and Dana, D. 2003. Integrated approach to deep fat frying: engineering, nutrition, health and consumer aspects. **Journal of Food Engineering**. 56 : 143-152.

- Saguy, I.S. and Dana, D. 2006. Review : Mechanism of oil uptake during deep-fat frying and the surfactant effect-theory and myth. **Advances in Colloid and Interface Science.** 128-130 : 267-272.
- Shyu, S.L., Hau, L.B. and Hwang, L.S. 1998. Effect of vacuum frying on the oxidative stability of oils. **JAOCS.** 75 : 1393-1398.
- Stevenson, S.G., Vaisey-Genser, M. and Eskin, N.A.M. 1984. Quality control in the use of deep frying oils. **JAOCS.** 61 : 1103.
- Warner, K. 1998. **Food lipids.** In Akoh C.C. and Min D.B. **Food Lipids Chemistry, Nutrition, and Biotechnology.** Merceel Dekker Inc.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

แบบสัมภาษณ์ข้อมูล เกี่ยวกับการใช้น้ำมันทอดของผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์อาหารทอด
ในเขต บางบอน บางขุนเทียน และตลิ่งชัน

สถานที่ตั้ง ตลาดนัด , ตลาดสด เขต _____
ชื่อผู้ประกอบการ _____
วันที่ทำการเก็บตัวอย่าง _____
ผลิตภัณฑ์ที่ทอด _____

1. ลักษณะสถานประกอบการ

ขายประจำตามนัด ขายประจำทุกวัน ขายไม่ประจำ

2. ชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ขาย _____ ชนิด ได้แก่

2.1 _____ 2.2 _____ 2.3 _____
2.4 _____ 2.5 _____ 2.6 _____

3. ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อาหารทอด

3.1 _____ 3.2 _____ 3.3 _____
3.4 _____ 3.5 _____ 3.6 _____

4. ช่วงเวลาที่ทำการขาย _____

5. ช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง _____

6. ปริมาณการขายต่อวัน _____

7. ชนิดของน้ำมันที่ใช้ _____

8. ปริมาณการใช้น้ำมันต่อวัน _____

9. ลักษณะการเปลี่ยนน้ำมันทอดอาหาร

_____ เปลี่ยนใหม่ทั้งหมด _____
_____ เติมน้ำมันใหม่ _____
_____ ข้อมูลการเติมน้ำมันใหม่ ครั้งที่เติม _____

10. เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาการเปลี่ยนน้ำมัน

_____ สีของน้ำมัน _____ ปริมาณการทอด
_____ กลิ่น (หืน/ ควัน) _____ ระยะเวลาในการทอด
_____ ความหนืด/เหนียว _____ อื่นๆ _____

11. การจัดการกับน้ำมันใช้แล้ว

_____ ขายให้กับผู้รับซื้อ _____ ทิ้ง กำจัดเอง

12. การจัดการเก็บน้ำมันใช้แล้ว เพื่อนำไปใช้ซ้ำ(ระหว่างวัน)

_____ ใส่ภาชนะบรรจุแบบที่มีปิดสนิท เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง
_____ ใส่ภาชนะบรรจุโดยไม่มีฝาปิด เก็บที่อุณหภูมิห้อง

_____ ค้างไว้ในเตาทอด มีภาชนะอื่นมาปิดครอบไว้

_____ ใส่ภาชนะบรรจุ เก็บไว้ในที่เย็น

_____ อื่นๆ (เช่น _____)

ภาคผนวก ข

ข1 วิธีวัดค่าสารประกอบมีข้าว 3MPCT

1. เปิดฝาด้านบนและวางแผ่นทดสอบบนแถบสแตนเลส ให้วางแผ่นทดสอบ โดยการเอาด้านตัวอักษรบนแผ่นหันออกมา จากนั้นปิดฝาด้านบนลง
2. ตวงตัวอย่างน้ำมันด้วยอุปกรณ์ตวงวัดของเครื่อง ปริมาณ 1-2 มิลลิลิตร
3. เทตัวอย่างน้ำมันลงในช่องด้านบนของฝา
4. กดปุ่มสีขาวยที่ด้านหน้าของเครื่อง โดยใช้เวลาประมาณ 35 นาที เครื่องจะทำงานเสร็จสมบูรณ์
5. เมื่อครบเวลา เปิดฝาเครื่องนำแผ่นทดสอบมาวางบนฝาเพื่อวัดระยะการเคลื่อนที่ของจุดเทียบกับแถบที่ฝาเครื่อง
6. วัดระยะการเคลื่อนที่ของจุดสีน้ำเงินเพื่อคำนวณหาค่าปริมาณสารประกอบมีข้าว
7. ปริมาณสารประกอบมีข้าวหาได้จาก

$$\% \text{PC} = \frac{(1.3 \times X) - 10}{X}$$

(X = ระยะการเคลื่อนที่ของจุดสีน้ำเงิน . มิลลิเมตร)



ภาพที่ ข1 ภาพเครื่องตรวจวัดปริมาณสารประกอบมีข้าว 3MPCT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข2. วิธีวัดค่าสารประกอบมีขี้ด้วยเครื่อง FOM310

1. เทตัวอย่างน้ำมันลงในบีกเกอร์ นำไปอุ่นบน hot plate จนได้อุณหภูมิประมาณ 150-180 °C
2. กวนตัวอย่างน้ำมันจนได้อุณหภูมิคงที่ \pm ไม่นเกิน 5 °C
3. จุ่ม probe ลงในน้ำมัน โดยให้น้ำมันอยู่ในช่วงที่กำหนดบนเครื่อง FOM
4. วาง probe ให้ห่างจากก้นบีกเกอร์อย่างน้อย 2 ซม.
5. อ่านผลที่จอแสดงผล ซึ่งจะแสดงค่าสารประกอบมีขี้และอุณหภูมิของตัวอย่างขณะนั้น

เกณฑ์ของค่าสารประกอบมีขี้

- 0% - 18.5% = แสดงถึงลักษณะน้ำมันยังมีความใหม่ หรือยังไม่ผ่านการใช้งานไฟสีเขียว
- 19% - 24% = แสดงถึงลักษณะน้ำมันควรต้องถูกแก้ไขเนื่องจากคุณสมบัติไม่ดี ควรจะเปลี่ยนน้ำมัน (ไฟสีเหลือง)
- > 25% = ควรเปลี่ยนน้ำมันทันที



ภาพที่ ข2 ภาพเครื่องตรวจวัดปริมาณสารประกอบมีขี้ FOM310

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข3. การวัดสีด้วยเครื่อง ColorQuest XE

เครื่องวัดสี Colorquest XE ใช้แหล่งกำเนิดแสง D65 แสดงผลออกมาเป็นลักษณะเช่นเดียวกับ
แกน XYZ รายงานผลในระบบ CIELAB ดังนี้

- L* หมายถึง ค่าความสว่าง (Lightness) มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100
L เข้าใกล้ 0 แสดงว่ามีแนวโน้มสีคล้ำ
L เข้าใกล้ 100 แสดงว่ามีแนวโน้มใส
- a* หมายถึง ค่าสีแดง มีค่าตั้งแต่ ลบ จนถึงบวก
a* เป็นลบ มีแนวโน้มไปทางสีเขียว
a* เป็นบวก มีแนวโน้มไปทางสีแดง
- b* หมายถึง ค่าสีเหลือง มีค่าตั้งแต่ ลบ จนถึง บวก
b* เป็นลบ มีแนวโน้มไปทางสีน้ำเงิน
b* เป็นบวก มีแนวโน้มไปทางสีเหลือง



ภาพที่ ข3

ภาพเครื่องวัดค่าสี ColorQuestXE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตั้งค่าเครื่อง ColorQuest XE

1. ปรับ MODE : TTRAN หรือ RTRAN
 Area View : large
 Port : 1.00"
2. ตั้งค่าการบันทึกข้อมูล File => New ตั้งชื่อไฟล์
3. ตั้งค่าการอ่านข้อมูล
 READ : Average method
 : CIELAB
 : ILLUMINATE D65
 : Standard ID Method - ID
 - Product
4. ทำ standardize โดยใช้ น้ำกลั่น
5. เตรียมตัวอย่างที่ต้องการวัดลงในขวดตัวอย่าง ขนาด 25 มิลลิเมตร (ควรกรองกากอาหารในตัวอย่างให้หมดเพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้อง)
6. บันทึกผลที่เครื่องอ่านค่าได้ (L^* a^* และ b^*)

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ก1 ผลการวัดค่าสี L* a* b* และสารประกอบมีขี้้วของน้ำมันทอดปลาท้องโก๋

รหัสตัวอย่าง	ค่าสี			ปริมาณสารประกอบมีขี้้ว	
	L*	a*	b*	3M PCT	FOM
1A	81.827	11.107	91.5067	19.25	24.00
2A	86.033	3.617	80.7833	10.15	11.80
3A	88.570	-0.277	71.373	11.45	10.80
4A	92.643	-5.513	58.767	10.80	8.80
5A	81.230	11.897	91.153	13.40	13.50
6A	95.760	-7.593	43.667	15.68	14.80
7A	83.893	6.890	85.817	14.38	13.30
8A	78.973	14.727	94.287	13.40	12.80
9A	93.150	-6.147	58.243	12.75	12.30
10A	89.777	-1.883	68.870	12.75	11.30
11A	94.890	-7.593	50.837	9.83	9.80
12A	80.863	12.250	92.793	15.68	15.80
13A	93.510	-6.847	57.047	12.10	11.30
14A	85.797	4.697	81.727	14.38	12.80
15A	94.577	-7.587	47.147	13.40	12.80
16A	94.423	-6.047	59.137	11.78	15.80
17A	81.593	10.607	90.073	14.70	15.30
18A	83.850	7.870	87.877	14.70	14.30
19A	93.207	-6.263	58.230	5.60	5.80
20A	93.630	-6.470	55.987	10.80	9.00
21A	85.480	5.233	83.183	13.73	13.80
22A	91.930	-4.020	64.470	11.45	11.80
23A	91.717	-2.737	66.427	12.10	14.30
24A	91.780	-3.717	64.543	11.13	12.80
25A	87.650	1.413	72.710	15.35	15.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค1 ผลการวัดค่าสี L* a* b* และสารประกอบมีขี้ของน้ำมันทอดปลาทองโกโก้ (ต่อ)

รหัสตัวอย่าง	ค่าสี			ปริมาณสารประกอบมีขี้	
	L*	a*	b*	3M PCT	FOM
26A	89.977	-2.327	67.137	11.45	9.80
27A	59.563	34.480	94.990	14.05	13.80
28A	93.513	-6.460	53.363	9.50	9.50
29A	84.973	4.917	80.870	10.80	13.30
30A	81.380	10.707	89.743	17.95	14.50
31A	59.500	35.213	95.333	16.00	13.80
32A	91.927	-5.363	57.420	11.13	11.50
33A	91.450	-3.727	63.613	10.80	14.80
34A	81.570	9.480	84.347	11.78	13.80
35A	93.020	-5.890	58.790	22.50	32.00
36A	79.370	15.397	96.967	16.00	17.80
37A	59.627	34.797	94.933	12.10	31.00
38A	93.063	-6.320	53.980	13.40	8.30
39A	74.243	22.090	100.160	13.40	16.50
40A	62.463	33.273	97.943	16.00	16.30
41A	84.000	6.977	86.977	16.00	16.00
42A	90.130	-2.913	63.210	16.00	15.30
43A	47.283	42.400	79.940	16.00	17.80
44A	78.087	11.470	100.617	18.60	20.50
45A	81.290	10.053	101.007	9.50	9.00
46A	86.073	2.223	72.927	22.50	25.80
47A	73.277	17.587	92.507	19.90	24.80
48A	92.533	-5.277	59.227	10.80	10.30
49A	87.063	1.487	77.313	10.80	12.30
50A	64.967	29.397	98.477	16.65	21.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ผลการวัดค่าสี L* a* b* และสารประกอบมีขี้ของน้ำมันทอดเนื้อสัตว์

รหัสตัวอย่าง	ผลิตภัณฑ์	ค่าสี			ปริมาณสารประกอบมีขี้	
		L*	a*	b*	3M PCT	FOM
1B	ปลาแคคเดียว	41.830	39.800	71.167	16.65	20.75
2B	ไก่ทอดสมุนไพร	22.970	21.180	38.870	22.50	32.75
3B	ลูกชิ้น/ซอทอด	92.720	-5.893	58.740	10.80	9.50
4B	ไก่ทอดหาคใหญ่	77.960	16.367	98.250	18.60	22.25
5B	ลูกชิ้น/ซอทอด	85.173	4.157	81.873	13.40	16.25
6B	ปลาแคคเดียว	66.337	28.027	100.777	14.05	17.25
7B	ปลาแคคเดียว	15.723	33.497	26.967	13.40	15.00
8B	ไก่ทอด	72.843	24.697	103.103	21.20	28.25
9B	ไก่ทอด	67.547	30.190	102.990	12.10	15.25
10B	ปลาแคคเดียว	33.060	41.497	56.677	10.80	13.50
11B	ลูกชิ้น	86.267	2.590	76.307	9.50	9.50
12B	ปลาแคคเดียว	17.547	35.200	30.053	14.70	19.75
13B	ลูกชิ้น	86.347	2.193	76.297	11.45	11.75
14B	ไก่ทอดหาคใหญ่	74.300	23.170	104.093	16.00	19.75
15B	เนื้อ/หมู	90.900	-3.350	62.987	10.15	8.75
16B	ปลาแคคเดียว	46.333	38.797	78.183	12.10	13.75
17B	ลูกชิ้น	87.530	0.750	74.147	12.43	15.25
18B	ไก่ทอด	72.790	23.787	101.977	14.70	18.25
19B	ปลาแคคเดียว	44.640	39.937	75.670	20.55	26.75
20B	ลูกชิ้น	80.323	9.910	86.393	17.30	21.75
21B	ไก่ทอด	44.323	18.727	67.633	13.40	13.75
22B	ไก่ทอด	72.910	21.330	96.317	9.50	10.75
23B	ปลาแคคเดียว	16.907	31.500	29.090	22.50	31.75
24B	ลูกชิ้น	78.970	10.677	88.610	12.75	10.50
25B	ลูกชิ้น	84.357	5.073	81.420	6.25	7.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓๒ ผลการวัดค่าสี L* a* b* และสารประกอบมีขี้ของน้ำมันทอดเนื้อสัตว์ (ต่อ)

รหัสตัวอย่าง	ผลิตภัณฑ์	ค่าสี			ปริมาณสารประกอบมีขี้	
		L*	a*	b*	3M PCT	FOM
26B	ปลาแคคเดียว	37.200	41.003	63.630	13.40	19.25
27B	ปลาแคคเดียว	51.073	34.963	84.320	10.15	11.75
28B	ปลาแคคเดียว	15.233	30.487	26.197	22.83	33.75
29B	เนื้อแคคเดียว	17.533	31.880	30.153	23.15	34.75
30B	ลูกชิ้น	75.423	13.540	89.113	18.60	34.75
31B	ไก่ทอด	66.057	23.940	92.803	13.08	15.25
32B	ลูกชิ้น	77.350	14.280	91.970	19.58	20.75
33B	ลูกชิ้น	83.680	5.353	80.833	13.40	16.50
34B	ลูกชิ้น	80.310	5.930	73.147	4.30	3.75
35B	หมูทอด/แคคเดียว	41.987	39.420	71.410	10.15	11.25
36B	ปลาแคคเดียว	83.250	3.850	73.143	9.50	5.25
37B	ปลาแคคเดียว	76.777	19.303	102.697	13.40	18.00
38B	ลูกชิ้น	78.760	10.793	87.700	15.35	22.75
39B	ปลา	74.267	16.757	90.610	10.48	6.50
40B	ปลา	80.800	10.287	88.983	9.50	9.25
41B	ลูกชิ้น	80.340	10.143	85.520	22.50	38.00
42B	หมูทอด/แคคเดียว	79.613	5.790	69.600	9.50	4.75
43B	หมูทอด/แคคเดียว	76.573	8.660	74.170	10.48	3.75
44B	ลูกชิ้น	32.007	40.153	54.803	17.95	21.50
45B	ปลา	81.800	7.813	85.220	14.70	21.75
46B	ลูกชิ้น	83.087	7.503	87.750	21.20	38.00
47B	หมูทอด/แคคเดียว	80.610	5.643	71.210	9.50	4.25
48B	ปลา	17.950	37.850	30.810	16.00	21.50
49B	หมูทอด/แคคเดียว	79.887	5.700	69.757	6.90	3.75
50B	หมูทอด/แคคเดียว	83.960	1.993	68.773	9.50	4.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค3 ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์อาหารทอดกลุ่มปาตองไก่

รหัสตัวอักษร	ผลิตภัณฑ์	ตลาด	เวลาหลังดงน้ำมันใหม่ (นาที)	ครั้งที่เดิม	เวลาที่หลังจากเดิม น้ำมัน(นาที)	น้ำมันเพิ่ม	ข้อมูลการใช้น้ำมัน		เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาการเปลี่ยนน้ำมันหรือเติมน้ำมันเพิ่ม		การจัดการกับน้ำมันใช้แล้ว	การจัดเก็บน้ำมันใช้แล้ว	
							ปริมาณ	ความหนืด	การทอด	กลิ่น			
ระยะ													
			เวลา	ปริมาณ	ความหนืด	การทอด	กลิ่น	ขาย	ทิ้ง	ก	ข	ค	ง
1A	ปาตองไก่	บางบอน	✓	4	30	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
2A	ปาตองไก่	บางบอน	✓	2	40	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
3A	ปาตองไก่	บางบอน	✓	2	30	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
4A	ปาตองไก่	บางบอน	✓	2	15	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
5A	ปาตองไก่	บางบอน	✓	2	30	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6A	ปาตองไก่	บางบอน	✓	2	35	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7A	ปาตองไก่	บางบอน	✓	2	30	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8A	ปาตองไก่	บางบอน	✓	2	35	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9A	ปาตองไก่	บางบอน	✓	2	25	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10A	ปาตองไก่	บางบอน	✓	2	25	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
11A	ปาตองไก่	บางบอน	✓	2	20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12A	ปาตองไก่	บางบอน	✓	3	30	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
13A	ปาตองไก่	บางบอน	✓	3	25	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
14A	ปาตองไก่	บางบอน	✓	3	25	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
15A	ปาตองไก่	บางบอน	✓	3	20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

รหัส	ตัวอย่าง สติกรรมณ์	ตลาด	ข้อมูลการใช้น้ำมัน		เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาการ				การจัดเก็บน้ำมันใช้แล้ว				
			เวลาหลังลงน้ำมันใหม่	เติมน้ำมันเพิ่ม	เปลี่ยนน้ำมันหรือเติมน้ำมันเพิ่ม	การจัดเก็บกับน้ำมันใช้แล้ว	การจัดการกับ	เพื่อรอการนำไปใช้ต่อ ***					
			ครั้ง	เวลาหลังจากเติมน้ำมัน (นาที)	ระยะ	ปริมาณ	การทอด	กลิ่น	ก	ข	ค	ง	อื่นๆ
31A	ปาท่องโก๋	บางขุนเทียน	2	30	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
32A	ปาท่องโก๋	บางขุนเทียน	2	30	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
33A	ปาท่องโก๋	ตลิ่งชัน	2	40	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
34A	ปาท่องโก๋	ตลิ่งชัน	2	40	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
35A	ปาท่องโก๋	ตลิ่งชัน	4	30	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
36A	ปาท่องโก๋	ตลิ่งชัน	3	35	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
37A	ปาท่องโก๋	ตลิ่งชัน	4	40	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
38A	ปาท่องโก๋	ตลิ่งชัน	1	30	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
39A	ปาท่องโก๋	ตลิ่งชัน	3	35	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
40A	ปาท่องโก๋	ตลิ่งชัน	3	35	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
41A	ปาท่องโก๋	ตลิ่งชัน	3	35	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
42A	ปาท่องโก๋	ตลิ่งชัน	3	35	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
43A	ปาท่องโก๋	ตลิ่งชัน	3	35	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
44A	ปาท่องโก๋	ตลิ่งชัน	4	40	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
45A	ปาท่องโก๋	ตลิ่งชัน	1	30	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการประชาสัมพันธ์ข้อมูลเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส	ตัวอย่าง	ผลิตภัณฑ์	ตลาด	ข้อมูลการใช้น้ำมัน		เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาการ		การจัดเก็บน้ำมันใช้แล้ว	
				เวลาหลังลง	น้ำมันใหม่	น้ำมันใหม่	เติมน้ำมันเพิ่ม	เปลี่ยนน้ำมันหรือเติมน้ำมันเพิ่ม	น้ำมันใช้แล้ว
ตัวอย่าง	ผลิตภัณฑ์	ตลาด	เวลาหลังลง	น้ำมันใหม่	เติมน้ำมันเพิ่ม	เติมน้ำมันหรือเติมน้ำมันเพิ่ม	เปลี่ยนน้ำมันหรือเติมน้ำมันเพิ่ม	น้ำมันใช้แล้ว	เพื่อรอการนำไปใช้ต่อ ***
46A	ปาท่องโก๋	ตลิ่งชัน	4	35	✓	✓	✓	✓	✓
47A	ปาท่องโก๋	ตลิ่งชัน	4	25	✓	✓	✓	✓	✓
48A	ปาท่องโก๋	ตลิ่งชัน	3	25	✓	✓	✓	✓	✓
49A	ปาท่องโก๋	ตลิ่งชัน	3	30	✓	✓	✓	✓	✓
50A	ปาท่องโก๋	ตลิ่งชัน	4	35	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ

- *** การจัดเก็บน้ำมันใช้แล้วเพื่อนำไปใช้ต่อ
- ก. ใต้อาณัติที่มีเปิดสนิท เก็บอุณหภูมิห้อง
- ข. ใต้อาณัติที่มีเปิดไม่สนิท เก็บที่อุณหภูมิห้อง
- ค. กังไว้ในเตาทอด มีภาชนะมาปิดครอบไว้
- ง. ใต้อาณัติบรรจุ เก็บไว้ในที่เย็น

อื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๔ (ต่อ)

รหัส	ตัวอย่าง	ผลิตภัณฑ์	ตลาด	ข้อมูลการใช้น้ำมัน			เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา			การจัดการกับน้ำมันใช้แล้ว	การจัดการกับน้ำมันใช้แล้ว เพื่อการนำไปใช้ต่อ ***		
				น้ำมันใหม่	ครั้ง	เติมน้ำมันเพิ่ม	เปลี่ยนน้ำมันหรือเติมน้ำมันเพิ่ม	ระยะเวลา	ปริมาณ			ความถี่	
ตัวอย่าง	ผลิตภัณฑ์	ตลาด	เวลาหลังเติมน้ำมัน(นาที)	เติมน้ำมัน(นาที)	ระยะเวลา	ปริมาณ	ความถี่	ก	ข	ค	ง	อื่นๆ	
31B	ไก่ทอด	บางขุนเทียน	3	20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
32B	ลูกชิ้น	บางขุนเทียน	3	25	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
33B	ลูกชิ้น	บางขุนเทียน	4	15	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
34B	ลูกชิ้น	บางขุนเทียน	5	15	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
35B	หมูทอด/แคคเต็ว	บางขุนเทียน	3	15	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
36B	ปลาแคคเต็ว	ตลิ่งชัน	10		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
37B	ปลาแคคเต็ว	ตลิ่งชัน	1	25	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
38B	ลูกชิ้น	ตลิ่งชัน	4	40	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
39B	ปลา	ตลิ่งชัน	10		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
40B	ปลา	ตลิ่งชัน	10		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
41B	ลูกชิ้น	ตลิ่งชัน	4	40	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
42B	หมูทอด/แคคเต็ว	ตลิ่งชัน	15		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
43B	หมูทอด/แคคเต็ว	ตลิ่งชัน	15		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
44B	ลูกชิ้น	ตลิ่งชัน	3	30	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
45B	ปลา	ตลิ่งชัน	2	35	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค4 (ต่อ)

รหัส	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	ตลาด	ข้อมูลการใช้น้ำมัน			เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาการ			การจัดเก็บกับ	การจัดเก็บน้ำมันใช้แล้ว
			น้ำมันใหม่	เติมน้ำมันเพิ่ม	เวลาหลังจากเติม	เปลี่ยนน้ำมันหรือเติมน้ำมันเพิ่ม	ระยะเวลา	ปริมาณ		
46B	จุกจีน	คลังชั้น	เวลาหลังลง	ครั้ง	เวลาหลังจากเติม	✓	✓	✓	✓	✓
47B	หมุทอด/แคคเคียว	คลังชั้น	น้ำมัน(นาท)	เติม	น้ำมัน(นาท)	✓	✓	✓	✓	✓
48B	ปลา	คลังชั้น	10	4	40	✓	✓	✓	✓	✓
49B	หมุทอด/แคคเคียว	คลังชั้น	15	2	10	✓	✓	✓	✓	✓
50B	หมุทอด/แคคเคียว	คลังชั้น		3	30	✓	✓	✓	✓	✓

- หมายเหตุ**
- ก การจัดเก็บน้ำมันใช้แล้วเพื่อนำไปใช้ต่อ
 - ข ใ้ภาชนะบรรจุที่มีฝาปิดสนิท เก็บอุณหภูมิห้อง
 - ค ใ้ภาชนะบรรจุฝาปิดไม่สนิท เก็บที่อุณหภูมิห้อง
 - ง ค้างไว้ในเตาทอด มีภาชนะมาปิดครอบไว้
 - จ ใ้ภาชนะบรรจุ เก็บไว้ในที่เย็น
 - อื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารส่วนบุคคลที่เผยแพร่โดยกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวอัญชติ ชื่นสงวน
วัน เดือน ปีเกิด	15 พฤษภาคม 2523
สถานที่เกิด	ยโสธร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วิทยาศาสตร์การอาหาร) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (2546)
ประสบการณ์ทำงาน	
พ.ศ. 2546- 2550	หัวหน้างานฝ่ายผลิต บริษัท คิงฟิชเชอร์ โสลดิงส์ จำกัด
พ.ศ. 2551- ปัจจุบัน	หัวหน้างานแผนกคลังสินค้า บริษัทเคเอฟฟู๊ดส์ จำกัด (บริษัทในเครือคิงฟิชเชอร์ กรุ๊ป)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้