ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การแยกลำดับส่วนของไขมันวัวแบบหลายขั้น และคุณลักษณะของไขมันวัวแยกส่วน

(Multiple-Step Dry Fractionation of Beef Tallow and Characteristics of Fat Fractions)

จัดทำโดย

นางสาว พุทธิชา หิรัญอดิศวร รหัสนักศึกษา 46040159

นางสาว อรอมล จงเสริมศิริสกุล รหัสนักศึกษา 46040173

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชา อุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

21731

T096686

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การแยกลำดับส่วนของไขมันวัวแบบหลายขั้น
และคุณลักษณะของไขมันวัวแยกส่วน

(Multiple-Step Dry Fractionation of Beef Tallow
and Characteristics of Fat Fractions)

ส/ว
TX837
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 96686
วัน,เดือน,ปี 4 JUN 2007
b.11778969
i.....

จัดทำโดย

หิรัญอดิศวร รหัสนักศึกษา 46040159

นางสาว อรอมล จงเสริมศิริสกุล รหัสนักศึกษา 46040173

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 22 / มี.ค. / 50 .....อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(รศ.ดร.วรรณา ตั้งเจริญชัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวพุทธิชา หิรัญอดิศวร และนางสาวอรอมล จงเสริมศิริสกุล 2549 :
การแยกลำดับส่วนของไขมันวัวแบบหลายขั้นและคุณลักษณะของไขมันวัวแยกส่วน
(Multiple-Step Dry Fractionation of Beef Tallow and Characteristics of Fat Fractions)
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร. วรรณา ตั้งเจริญชัย

บทคัดย่อ

การแยกลำดับส่วนของไขมันวัวแบบหลายขั้น ใช้ไขมันวัวตัดแต่งในการเจียวแห้งเป็นน้ำมันวัวเริ่มต้นที่ใช้ในการตกผลึก ในถังตกผลึก 1.5 ลิตร ใช้ใบพัดที่ควบคุมอัตราการกวน 10 รอบต่อนาที และควบคุมอุณหภูมิตกผลึกที่ 40°C และ 30°C เป็นเวลา 10 และ 1.5 ชั่วโมง ตามลำดับ สามารถแยกส่วนไขมันออกมาได้ 4 ส่วน คือ ไขมันแยกส่วนแข็งที่อุณหภูมิ 40°C ไขมันแยกส่วนเหลวที่อุณหภูมิ 40°C นำไขมันแยกส่วนเหลวที่อุณหภูมิ 40°C มาแยกลำดับส่วนต่อที่อุณหภูมิ 30°C จนได้ไขมันแยกส่วนอีกสองส่วน คือ ไขมันแยกส่วนแข็งที่อุณหภูมิ 30°C และไขมันแยกส่วนเหลวที่อุณหภูมิ 30°C ซึ่งได้ปริมาณไขมันแต่ละส่วน ดังนี้ ไขมันแยกส่วนแข็งที่อุณหภูมิ 40°C 15.17±0.12% ไขมันแยกส่วนเหลวที่อุณหภูมิ 40°C 83.93±0.12% และจากไขมันแยกส่วนเหลวที่อุณหภูมิ 40°C นำมาแยกลำดับส่วนต่อได้ ไขมันแยกส่วนแข็งที่อุณหภูมิ 30°C 35.80±0.97% และไขมันแยกส่วนเหลวที่อุณหภูมิ 30°C 48.13±0.85% ซึ่งการแยกลำดับส่วนจากอุณหภูมิ 40 °C ไปเป็น 30 °C สามารถเพิ่มปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในไขมันแยกส่วนได้ ขนาดโมเลกุลของกรดไขมันในไขมันแยกส่วนจะสูงกว่าน้ำมันวัวเริ่มต้น %Free Fatty Acid และ Acid Value ของไขมันแยกส่วนทั้ง 4 ส่วน มีค่าน้อยกว่าน้ำมันวัวเริ่มต้น สีของไขมันแยกส่วนที่ได้มีสีอ่อนลงกว่าน้ำมันวัวเริ่มต้น และจุดหลอมเหลวของไขมันแยกส่วนเหลวลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันวัวเริ่มต้น เมื่อนำไขมันวัวมาทำการทอดกับเฟรนช์ฟรายด์ เปรียบเทียบกับเมื่อใช้น้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันควบคุม พบว่า ผู้บริโภคชื่นชอบเฟรนช์ฟรายด์ที่ทอดด้วยไขมันวัวแยกส่วนที่ 30°C ทั้งของแข็งและของเหลว มีคะแนนของทุกปัจจัย คือ กลิ่น รสชาติ สี เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ไม่แตกต่างจาก เฟรนช์ฟรายด์ที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์มที่เป็นตัวควบคุม

พุทธิชา หิรัญอดิศวร

อรอมล จงเสริมศิริสกุล ..... 22 มี.ค. 50

ลายมือชื่อนักศึกษา **ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา** **วัน / เดือน / ปี**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษเรื่องการแยกลำดับส่วนของไขมันวัวแบบหลายขั้นและคุณลักษณะของไขมันวัวแยกส่วนฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. วรรณา ตั้งเจริญชัย ที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้ความรู้ ความเข้าใจ ในการทำปัญหาพิเศษ รวมทั้งให้คำปรึกษาเสนอแนะแนวทางแก้ไข เพื่อให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้ เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ ที่กรุณาเป็นกรรมการในการสอบปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ คุณพ่อ และครอบครัวที่เป็นกำลังใจและให้โอกาสในการศึกษา จนได้มีโอกาสทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ขึ้นมา

ขอขอบคุณ พี่บู และพี่กิฟท์ ที่ให้คำแนะนำดีๆ และช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ในช่วงตลอดการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอขอบคุณ พี่ๆนักวิทย์ทุกคน ที่ให้ความกรุณา ทำให้การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆและน้องๆ ที่คณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกคน ที่คอยเป็นกำลังใจ และมีส่วนช่วยให้การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาว พุทธิชา หิรัญอดิศวร

นางสาว อรอมล จงเสริมศิริสกุล

19 มีนาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	3
2.1 โคเนื้อ	3
2.2 อุตสาหกรรมเนื้อวัว	7
2.3 กรดไขมัน	8
2.4 ความแตกต่างของกรดไขมันชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว	9
2.5 สมบัติของไขมันและน้ำมัน	11
2.6 การเจียว	15
2.7 วิธีการและหลักการแยกส่วนไขมัน	16
2.8 ปัจจัยที่มีผลต่อการแยกส่วนของไขมัน	18
2.9 การใช้ประโยชน์จากส่วนไขมันที่แยกได้	19
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	20
3.1 วัตถุดิบ	20
3.2 วัสดุและอุปกรณ์การแยกส่วน	20
3.3 วิธีการวิเคราะห์คุณภาพไขมันวัวและไขมันที่ได้จากการแยกลำดับส่วน	20
3.4 วิธีการทดลอง	20
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	23
4.1 การศึกษาหาปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากไขมันวัวโดยวิธีการเจียวแบบแห้ง	23
4.2 การศึกษาระยะเวลาในการตกผลึกไขมันวัว	23
4.3 การศึกษาวิธีการแยกส่วนไขมันวัวแบบหลายขั้น	26
4.4 การวิเคราะห์คุณสมบัติของไขมันวัวและไขมันวัวแยกส่วน	27
4.4.1 คุณสมบัติทางเคมี	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.4.2 คุณสมบัติทางกายภาพ	30
4.4.3 คุณสมบัติทางประสาทสัมผัส	32
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	34
บรรณานุกรม	35
ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี	37
ภาคผนวก ข. ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของเฟรนช์ฟรายด์ แบบ Hedonic Scale	44
ภาคผนวก ค. ภาพการทดลอง	45
ภาคผนวก ง. ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติ	49
ประวัติผู้เขียน	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงปริมาณกรดไขมันในไขมันและน้ำมันบางชนิด	9
2	เปรียบเทียบปริมาณกรดไขมันชนิดอิ่มตัว และกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวในน้ำมันพืชและน้ำมันจากสัตว์	10
3	แสดงจุดหลอมเหลวของกรดไขมันชนิดต่างๆ	12
4	สมบัติทางกายภาพของไขมันและน้ำมันบางชนิด	13
5	สมบัติทางเคมีของน้ำมันชนิดต่างๆ	16
6	แสดงเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของไขมันแยกส่วนที่ได้	27
7	คุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันวัวเริ่มต้นและไขมันวัวแยกส่วนที่ได้จากการแยกส่วนแบบหลายขั้น	28
8	คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันวัวเริ่มต้นและไขมันวัวแยกส่วนที่ได้จากการแยกส่วนแบบหลายขั้น	30
9	ตารางการวิเคราะห์ผลทางประสาทสัมผัสของเฟรนช์ฟรายด์ทอดด้วยน้ำมันปาล์ม(control) น้ำมันวัวเริ่มต้น และไขมันวัวแยกส่วน	32
ภาคผนวก ก.		
1ก	น้ำหนักตัวอย่างน้ำมันในการวิเคราะห์ Iodine value	38
2ก	ปริมาณตัวอย่างและความเข้มข้นของสารละลายต่างสำหรับการวิเคราะห์กรดไขมันอิสระ (Free fatty acid)	41
3ก	การ Calibration เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์	43
ภาคผนวก ง.		
1ง	การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของค่า Iodine Value ของน้ำมันวัวเริ่มต้นและไขมันแยกส่วนทั้ง 4 ส่วนที่ได้	49
2ง	การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของค่า Saponification Value ของน้ำมันวัวเริ่มต้นและไขมันแยกส่วนทั้ง 4 ส่วนที่ได้	49
3ง	การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของค่า %Free Fatty Acid ของน้ำมันวัวเริ่มต้นและไขมันแยกส่วนทั้ง 4 ส่วนที่ได้	49
4ง	การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของค่า Acid Value ของน้ำมันวัวเริ่มต้นและไขมันแยกส่วนทั้ง 4 ส่วนที่ได้	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
5ง	การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของสีของน้ำมันวัวเริ่มต้นและไขมันแยกส่วนทั้ง 4 ส่วนที่ได้	50
6ง	การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของกลิ่นเฟรนช์ฟรายด์ที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์ม น้ำมันวัวเริ่มต้น และไขมันแยกส่วนทั้ง 4 ส่วน	50
7ง	การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของรสชาติเฟรนช์ฟรายด์ที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์ม น้ำมันวัวเริ่มต้น และไขมันแยกส่วนทั้ง 4 ส่วน	51
8ง	การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของสีเฟรนช์ฟรายด์ที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์ม น้ำมันวัวเริ่มต้น และไขมันแยกส่วนทั้ง 4 ส่วน	51
9ง	การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของเนื้อสัมผัสเฟรนช์ฟรายด์ที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์ม น้ำมันวัวเริ่มต้น และไขมันแยกส่วนทั้ง 4 ส่วน	52
10ง	การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของความชอบรวมของเฟรนช์ฟรายด์ที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์ม น้ำมันวัวเริ่มต้น และไขมันแยกส่วนทั้ง 4 ส่วน	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
1	แสดงโครงสร้างโมเลกุลของกลีเซอริลไตรโอลิเอตและ กลีเซอริลไตรสเตียเรต	11
2	การแยกส่วนแบบหลายขั้น (multiple-step fractionation)	22
3	การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 0 ชั่วโมง	23
4	การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง	23
5	การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	23
6	การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง	23
7	การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง	24
8	การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง	24
9	การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง	24
10	การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 7 ชั่วโมง	24
11	การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 8 ชั่วโมง	24
12	การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 9 ชั่วโมง	24
13	การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง	25
14	การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 0 ชั่วโมง	25
15	การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 0.5 ชั่วโมง	25
16	การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง	25
17	การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง	25
18	แผนผังแสดงการแยกลำดับส่วนไขมันวัวแบบหลายขั้น	26
19	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Iodine Value กับไขมันแยกส่วนที่ได้	28
20	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Saponification Value กับไขมันแยกส่วนที่ได้	29
21	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Free Fatty Acid และ Acid Value กับไขมันแยกส่วนที่ได้	30
22	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า สี กับไขมันแยกส่วนที่ได้	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
ภาคผนวก ค.	
1ค การเจียวไขมันวัวแบบแห้ง	45
2ค การแยกลำดับส่วนไขมันวัว	45
3ค การกรองผลึก	46
4ค น้ำมันวัวเริ่มต้น	46
5ค ไขมันแยกส่วนแข็งที่อุณหภูมิ 40°C	47
6ค ไขมันแยกส่วนเหลวที่อุณหภูมิ 40°C	47
7ค ไขมันแยกส่วนแข็งที่อุณหภูมิ 30°C	48
8ค ไขมันแยกส่วนเหลวที่อุณหภูมิ 30°C	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 บทนำ

ในประเทศไทย จากสถิติกรมปศุสัตว์ ในปี พ.ศ. 2536 มีปริมาณโคหรือวัวทั้งสิ้น 7,472,573 ตัว เป็นวัวเนื้อ 735,410 ตัว โดยที่ผ่านมาอัตราการขยายตัวของจำนวนวัวเนื้อประมาณร้อยละ 0.75 ต่อปี ในส่วนของการผลิตเนื้อวัว ส่วนใหญ่เป็นการผลิตเพื่อการบริโภคภายในประเทศเท่านั้น มีการส่งออกไปต่างประเทศน้อยมาก โดยเนื้อวัวที่บริโภคภายในประเทศคาดว่าจะมากถึงปีละประมาณ 1.07 – 1.27 ล้านตัว ซึ่งวัว 1 ตัว (น้ำหนัก 400 กิโลกรัม) มีส่วนประกอบ ดังนี้ เนื้อ 40.45% หนัง 11.06% หัวและอวัยวะภายใน(เช่น ตับ หัวใจ ปอด ไต ม้าม) 10% เลือด 5% แข้งและกระดูก 13.02% และกระเพาะอาหาร ลำไส้ และไขมัน 17.93% จะได้เป็นผลผลิต คือ เนื้อวัว เครื่องในที่บริโภคได้ และจะมีส่วนที่เป็นวัสดุเศษเหลือจากโรงงาน เช่น เลือด เครื่องในที่บริโภคไม่ได้ กระดูก หนัง ไขมัน เป็นต้น และวัสดุเศษเหลือจากโรงงานนี้สามารถนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆต่อไปได้อีก ซึ่งส่วนของไขมันที่ได้จากวัวนั้น ได้มาจาก 2 แห่ง คือ ไขมันที่ติดกับหนัง กับไขมันที่อยู่ในส่วนของเครื่องในที่บริโภคไม่ได้ ที่ทำการ rendering แยกไขมันแล้วไขมันที่ได้จะแบ่งเป็น ไขมันที่รับประทานได้ (edible fat) ซึ่งเป็นไขมันที่สกัดแยกจากวัสดุเศษเหลือที่สดและสะอาด ใช้ในการผลิต margarine shortenings และ cooking fat และไขมันที่รับประทานไม่ได้ (inedible fat) ผลิตจากวัตถุดิบคุณภาพต่ำ เช่น ไม่สด หรือมีสิ่งปนเปื้อน หรือได้จากซากของสัตว์ที่ไม่แข็งแรงสมบูรณ์ ไขมันประเภทนี้ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น ใช้ในอาหารสัตว์โดยเป็นแหล่งของอาหารประเภทให้พลังงาน และใช้ในการผลิตสบู่(soap) grease fatty acids และ glycerine เป็นต้น (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2547) ซึ่งคุณสมบัติของไขมันวัวตามธรรมชาติจะเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดข้อจำกัดของการนำไปใช้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการปรับปรุงลักษณะและคุณสมบัติของไขมันให้ดีขึ้นกว่าเดิม ซึ่งวิธีการปรับปรุงคุณสมบัติของไขมันมีอยู่หลายวิธี ในที่นี้จะใช้วิธีทางกายภาพโดยการแยกส่วน (Fractionation) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น จุดหลอมเหลว และคุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันและไขมัน ทำให้น้ำมันหรือไขมันที่ผ่านการแยกส่วนมีความเหมาะสมที่จะนำไปพัฒนา ลักษณะ คุณสมบัติ และองค์ประกอบของอาหารให้ดีขึ้นกว่าเดิม และเพื่อใช้เป็นส่วนประกอบในการพัฒนาทำผลิตภัณฑ์แบบใหม่ๆต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิ และเวลา ต่อการแยกส่วนไขมันวัวแบบหลายขั้น (multiple-step dry fractionation)

2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ ของไขมันแต่ละส่วนที่ได้จากการแยกส่วนด้วยอุณหภูมิต่ำ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

2.1 โคเนื้อ

โคเป็นสัตว์เลี้ยงของมนุษย์มาช้านานแล้ว มนุษย์ใช้ประโยชน์จากโคมากมาย ตั้งแต่การใช้แรงงาน ใช้เป็นแหล่งอาหารโปรตีน (เนื้อ นม) ใช้ประโยชน์จากหนัง เป็นต้น โคสามารถให้ประโยชน์กับมนุษย์ได้หลายทาง โดยเฉพาะเป็นแหล่งอาหาร ดังนั้นนักพัฒนาสายพันธุ์โคทั่วโลกได้มีการพยายามพัฒนาสายพันธุ์โคที่เหมาะสมกับภูมิอากาศสำหรับท้องถิ่นตนเอง เพื่อให้โคสายพันธุ์นั้นให้ผลผลิตสูงสุด รวมถึงประเทศไทยด้วยเช่นกัน ซึ่งโคเนื้อมีหลายพันธุ์ แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะพันธุ์ที่มีอยู่ค่อนข้างแพร่หลายในประเทศไทย (กรมปศุสัตว์ ,2549) ดังนี้

2.1.1 โคพื้นเมือง

โคพื้นเมืองของไทยมีลักษณะใกล้เคียงกับโคพื้นเมืองของประเทศเพื่อนบ้านในแถบเอเชีย ลักษณะ รูปร่างกะทัดรัด ลำตัวเล็ก ขาเรียวเล็ก ยาว เพศผู้มีหนอกขนาดเล็ก มีเหนียงคอแต่ไม่หย่อนยานมาก หูเล็ก หนังใต้ท้องเรียบ มีสีไม่แน่นอน เช่น สีแดงอ่อน เหลืองอ่อน ดำ ขาวนวล น้ำตาลอ่อน และอาจมีสีประรวมอยู่ด้วย เพศผู้โตเต็มที่หนักประมาณ 300-350 กิโลกรัม เพศเมีย 200-250 กิโลกรัม

ข้อดี

1. เลี้ยงง่าย หากินเก่ง ไม่เลือกอาหาร เพราะผ่านการคัดเลือกแบบธรรมชาติในการเลี้ยงแบบไล่ต้อนโดยเกษตรกร และสามารถปรับตัวให้เข้ากับการเลี้ยงโดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในพื้นที่ซึ่งมีอยู่อย่างจำกัดได้เป็นอย่างดี

2. ให้ลูกดก ส่วนใหญ่ให้ปีละตัว เพราะเกษตรกรคัดแม่โคที่ไม่ให้ลูกออกอยู่เสมอ

3. ทนทานต่อโรคและแมลงและสภาพอากาศในบ้านเราได้ดี

4. ใช้แรงงานได้ดี

5. แม่โคพื้นเมืองเหมาะที่จะนำมาผสมพันธุ์กับพ่อพันธุ์หรือผสมเทียมกับพันธุ์อื่น เช่น บราห์มัน โคพันธุ์ตาก โคกำแพงแสน หรือโคกบินทร์บุรี

6. มีเนื้อแน่น เหมาะกับการประกอบอาหารแบบไทย

7. สามารถใช้งานได้

ข้อเสีย

1. เป็นโคขนาดเล็ก เพราะถูกคัดเลือกมาในสภาพการเลี้ยงที่มีอาหารจำกัด

2. ไม่เหมาะที่จะนำมาเลี้ยงขุน เพราะมีขนาดเล็กไม่สามารถทำน้ำหนักซากได้ตามที่ตลาดโคขุนต้องการ คือที่น้ำหนักมีชีวิต 450 กิโลกรัม และเนื้อไม่มีไขมันแทรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เนื่องจากแม่โคมีขนาดเล็กจึงไม่เหมาะที่จะผสมกับโคพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่ เช่น ชาร์โรเล่ส์ และซิมเมนทัล เพราะอาจมีปัญหาการคลอดยาก

2.2.2 โคพันธุ์บราห์มัน(Brahman)

มีต้นกำเนิดในประเทศอินเดีย แต่ถูกปรับปรุงพันธุ์ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา โคพันธุ์นี้ที่เลี้ยงในบ้านเราส่วนใหญ่นำเข้ามาจากสหรัฐอเมริกา และ ออสเตรเลีย แล้วนำมาคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์โดยกรมปศุสัตว์และฟาร์มของเกษตรกรรายใหญ่ในประเทศ

เป็นโคที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ลำตัวกว้าง ยาว และลึก ได้สัดส่วน หลังตรง หนอกใหญ่ หูใหญ่ยาว จมูก ริมฝีปาก ขนตา กีบเท้าและหนังเป็นสีดำ เหนียงที่คอและหนังใต้ท้องหย่อนยาน โคนหางใหญ่ พู่หางสีดำ สีจะมี สีขาว เทา และ แดง ที่นิยมเลี้ยงกันมากคือสีขาวเพศผู้โตเต็มที่น้ำหนักประมาณ 800-1,200 กิโลกรัม เพศเมีย ประมาณ 500-700 กิโลกรัม

ข้อดี

1. ปรับตัวเข้ากับสภาพอากาศร้อนของเมืองไทยได้ดี

2. ทนทานต่อโรคและแมลงโตเร็ว

3. เหมาะสำหรับเป็นโคพื้นฐานเพื่อผลิตโคเนื้อคุณภาพดีและโคนม เช่น ผสมกับพันธุ์ชาร์โรเล่ส์เพื่อผลิตโคขุน ผสมกับพันธุ์โฮลส ไตน์ฟรีเซี่ยน(ขาวดำ) เพื่อผลิตโคนม และผสมกับพันธุ์ซิมเมนทัล เพื่อผลิตโคกึ่งเนื้อกึ่งนม

4. สามารถใช้งานได้

ข้อเสีย

1. เป็นโคพันธุ์ที่มีอัตราการผสมติดค่อนข้างต่ำ ให้ลูกตัวแรกช้า และให้ลูกค่อนข้างห่าง

2. ส่วนใหญ่เลือกกินเฉพาะหญ้าที่มีคุณภาพดี เมื่อหญ้าขาดแคลนจะทรุดง่าย ซึ่งจะเห็นได้จากเมื่อปล่อยเข้าแปลงหญ้าจะเดินตระเวนไปทั่วแปลงหญ้าก่อนแล้วจึงค่อยเลือกกินหญ้า

2.2.3 โคพันธุ์ชาร์โรเล่ส์ (Charolais)

มีถิ่นกำเนิดในประเทศฝรั่งเศส มีสีขาวครีมตลอดทั้งตัว รูปร่างมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขาสั้น ลำตัวกว้าง ยาว และลึก มีกล้ามเนื้อตลอดทั้งตัว นิสัยเชื่องเป็นโคที่มี ขนาดใหญ่มาก เพศผู้เมื่อโตเต็มที่หนัก ประมาณ 1,100 กิโลกรัม เพศเมีย 700-800 กิโลกรัม

ข้อดี

1. มีการเติบโตเร็ว ซากมีขนาดใหญ่ เนื้อนุ่ม เนื้อสันมีไขมันแทรก(marbling) เป็นที่ต้องการของตลาดเนื้อโคคุณภาพดี

2. เหมาะที่จะนำมาผสมกับแม่โคบราห์มันหรือลูกผสมบราห์มันเพื่อนำลูกมาเลี้ยงเป็นโคขุน

ข้อเสีย

1. ถ้าเลี้ยงเป็นพันธุ์แท้หรือมีสายเลือดสูงๆจะไม่ทนต่อสภาพอากาศในบ้านเรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ไม่เหมาะที่จะใช้ผสมกับแม่โคขนาดเล็กเพราะอาจทำให้คลอดยาก

2.2.4 โคพันธุ์ซิมเมนทัล(Simmental)

มีถิ่นกำเนิดในประเทศสวิสเซอร์แลนด์ นิยมเลี้ยงกันในประเทศยุโรป ในเยอรมันเรียกว่าพันธุ์เฟลคฟี(Fleckvieh) ได้รับการปรับปรุงพันธุ์เป็นโคกึ่งเนื้อกึ่งนม ในประเทศสหรัฐอเมริกานำไปคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์ให้เป็นโคเนื้อ ลำตัวมีสีน้ำตาลหรือแดงเข้มไปจนถึงสีฟาง หรือเหลืองทอง และมีสีขาวกระจายแทรกทั่วไป หน้าขาว ท้องขาว และขาขาว เป็นโคขนาดใหญ่ โครงร่างเป็นสี่เหลี่ยม ลำตัวยาว ลึก บั้นท้ายใหญ่ ช่วงขาสั้นและแข็งแรง เพศผู้โตเต็มที่น้ำหนักประมาณ 1,100 - 1,300 กิโลกรัม เพศเมีย 650-800 กิโลกรัม กรมปศุสัตว์นำน้ำเชื้อมาให้บริการผสมเทียมเพื่อเป็นทางเลือกให้เกษตรกรที่ต้องเลี้ยงโคเพื่อได้ประโยชน์ทั้งสองทางคือ เป็นโคที่ให้ทั้งเนื้อและนม

ข้อดี

1. มีการเติบโตเร็ว ซากมีขนาดใหญ่ เนื้อนุ่ม เนื้อสันมีไขมันแทรก(marbling)เป็นที่ต้องการของตลาด เนื้อโคคุณภาพดี

2. เหมาะที่จะนำมาผสมกับแม่โคบราห์มันหรือลูกผสมบราห์มันเพื่อนำลูกมาเลี้ยงเป็นโคขุน ลูกเพศเมียสามารถใช้รีดนมได้

ข้อเสีย

1. ถ้าเลี้ยงเป็นพันธุ์แท้หรือมีสายเลือดสูงๆจะไม่ทนต่อสภาพอากาศในบ้านเรา

2. ไม่เหมาะที่จะใช้ผสมกับแม่โคขนาดเล็กเพราะอาจทำให้คลอดยาก

3. เนื่องจากเนื้อมีสีแดงเข้มเมื่อเลี้ยงเป็นโคขุนอาจไม่น่ากินเท่ากับพันธุ์ชาร์โรเล่ส์

2.2.5 โคพันธุ์ตาก(Tak)

เป็นโคลูกผสมระหว่างพันธุ์ชาร์โรเล่ส์กับพันธุ์บราห์มัน โดยกรมปศุสัตว์ได้มอบหมายให้ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ตากทำการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ให้เป็น โคเนื้อพันธุ์ใหม่ที่โตเร็ว เนื้อนุ่ม เพื่อทดแทนการนำเข้าพันธุ์โคและเนื้อ โคคุณภาพดีจากต่างประเทศ

โคพันธุ์ตากมีสีน้ำตาลอ่อนคล้ายสีทอง มีลักษณะลำตัวคล้ายโคพันธุ์ชาร์โรเล่ส์เป็นโคขนาดกลาง เพศผู้โตเต็มที่น้ำหนักประมาณ 900-1,000 กิโลกรัม เพศเมีย 600-700 กิโลกรัม

ข้อดี

1. มีการเติบโตเร็ว เนื้อนุ่ม เนื้อสันมีไขมันแทรก(marbling) ซากมีขนาดใหญ่ที่สนองความต้องการของตลาดเนื้อโคคุณภาพดีได้

2. เลี้ยงง่าย หากินเก่ง ไม่เลือกกินหญ้า ทนทานต่อสภาพอากาศร้อนได้ดีพอสมควร

3. เหมาะที่จะนำมาผสมกับแม่โคพื้นเมือง โคบราห์มันและลูกผสมบราห์มันเพื่อนำลูกมาเลี้ยงเป็นโคขุนได้

4. แม่พันธุ์ผสมพันธุ์ได้เร็ว ที่ศูนย์ฯตากผสมพันธุ์ที่แม่โคอายุ 14 เดือนน้ำหนัก280 กิโลกรัมขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสีย

1. การเลี้ยงต้องอาศัยการดูแลเอาใจใส่พอสมควร ไม่เหมาะที่จะนำไปปล่อยเลี้ยงในป่าโดยไม่ดูแลเอาใจใส่

2.2.6 โคพันธุ์กำแพงแสน(Kampangsan)

เป็นโคพันธุ์ใหม่ปรับปรุงโดยมหาวิทยาเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยใช้พันธุ์ชาร์โรเล่ส์ กับ บราห์มันคล้ายกับโคพันธุ์ตาก แต่โคพันธุ์กำแพงแสนเริ่มต้นปรับปรุงพันธุ์จากโคพื้นเมือง โคพันธุ์กำแพงแสนจึงมีสายเลือดพื้นเมือง 25% บราห์มัน 25% และ ชาร์โรเล่ส์ 50% เพศผู้โตเต็มที่น้ำหนักประมาณ 800-900 กิโลกรัม เพศเมีย 500-600 กิโลกรัม ปัจจุบันพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ร่วมกันระหว่าง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรมปศุสัตว์ และสมาคมโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน

ลักษณะและคุณสมบัติต่างๆคล้ายกับ โคพันธุ์ตาก

2.2.7 โคพันธุ์กบินทร์บุรี

เป็นโคลูกผสมระหว่างพันธุ์ซิมเมนทัลกับพันธุ์บราห์มัน โดยกรมปศุสัตว์ได้มอบหมายให้ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ปราจีนบุรี(ซึ่งตั้งอยู่ที่อำเภอกบินทร์บุรี)ทำการสร้างโคพันธุ์ใหม่ให้เป็นโคกึ่งเนื้อกึ่งนม โดยลูกโคเพศผู้ใช้เป็นโคขุน ได้และแม่โคใช้รีดนมได้ การสร้างพันธุ์ในฝูงปรับปรุงพันธุ์ดำเนินการโดยนำน้ำเชื้อ โคพันธุ์ซิมเมนทัลคุณภาพสูงจากประเทศเยอรมัน ผสมกับแม่โคบราห์มันพันธุ์แท้ได้โคลูกผสมชั่วที่ 1 ที่มีเลือด 50% ซิมเมนทัล และ 50% บราห์มัน แล้วผสมโคชั่วที่ 1 เข้าด้วยกัน คัดเลือกปรับปรุงให้เป็นโคเนื้อพันธุ์ใหม่เรียกว่าโคพันธุ์กบินทร์บุรี

โคพันธุ์กบินทร์บุรี มีสีแดงเข้ม คล้ายโคพันธุ์ซิมเมนทัล เป็นโคขนาดกลาง เพศผู้โตเต็มที่น้ำหนักประมาณ 900-1,000 กิโลกรัม เพศเมีย 600-700 กิโลกรัม

ข้อดี

1. หากเลี้ยงแบบโคเนื้อมีการเติบโตเร็ว ซากมีขนาดใหญ่ที่สนองความต้องการของตลาดเนื้อโคคุณภาพดีได้

2. ทนทานต่อสภาพอากาศร้อนได้ดีพอสมควร

3. เหมาะที่จะนำมาผสมกับแม่โคพื้นเมือง โคบราห์มันและลูกผสมบราห์มัน เพื่อนำลูกเพศผู้มาเลี้ยงเป็นโคขุน ลูกเพศเมียใช้รีดนมได้มากพอสมควร หากจะเลี้ยงเป็นโครีดนมควรเลี้ยงใกล้กับแหล่งเลี้ยงโคนมที่สามารถรับซื้อน้ำนมดิบได้ จะได้ไม่มีปัญหาในการจำหน่ายนม

ข้อเสีย

1. การเลี้ยงต้องอาศัยการดูแลเอาใจใส่พอสมควร ไม่เหมาะที่จะนำไปปล่อยเลี้ยงในป่าหรือปล่อยในทุ่ง

2. หากใช้แม่โครีดนม ลูกโคที่เกิดออกมาต้องแยกเลี้ยงแบบลูกโคนม ดังนั้นผู้เลี้ยงต้องมีความรู้ในการเลี้ยงโครีดนม และต้องดูแลเอาใจใส่ให้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เนื้อมีสีแดงเข้ม อาจเป็นข้อติของตลาดเนื้อโคคุณภาพดี เมื่อเปรียบเทียบกับโคลูกผสมชาร์โรเล่ส์ เช่น โคพันธุ์ตาก และโคกำแพงแสน

2.2 อุตสาหกรรมเนื้อวัว

ในอดีตวัวที่จะถูกนำมาฆ่ามักจะเป็นวัวที่ปลดระวางจากการทำงานหรือเป็นแม่วัวที่ไม่สามารถให้ลูกได้(เป็นหมัน) ดังนั้นสัตว์ที่จะนำมาฆ่าจึงมักมีอายุมาก เนื้อที่ได้จึงเหนียว ทำให้ไม่สามารถส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศได้ แต่เมื่อรัฐบาลได้ส่งเสริมการเลี้ยงวัวเนื้อมากขึ้น วัวที่จะถูกนำมาฆ่าจะมีอายุน้อยลงและเป็นวัวที่ได้รับการขุนด้วยเมล็ดธัญพืช หรือที่เรียกกันว่า อาหารข้น มาเป็นระยะเวลาหนึ่ง คือ ประมาณ 90 – 240 วัน เพื่อให้วัวได้มีโอกาสสะสมไขมันมากขึ้น เนื้อที่ได้จึงนุ่มและอร่อย ซึ่งวัว 1 ตัว(น้ำหนัก 400 กิโลกรัม) มีส่วนประกอบ ดังนี้ เนื้อ 40.45% หนัง 11.06% หัวและอวัยวะภายใน(เช่น ตับ หัวใจ ปอด ไต ม้าม) 10% เลือด 5% แข้งและกระดูก 13.02% และกระเพาะอาหาร ลำไส้ และไขมัน 17.93% จะได้เป็นผลผลิต คือ เนื้อวัว เครื่องในที่บริโภคได้ และจะมีส่วนที่เป็นวัสดุเศษเหลือจากโรงงาน เช่น เลือด เครื่องในที่บริโภคไม่ได้ กระดูก หนัง ไขมัน เป็นต้น ซึ่งวัสดุเศษเหลือจากโรงงาน สามารถนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆได้ คือ

2.2.1 ส่วนของเครื่องในที่บริโภคไม่ได้ หัว เท้า กระดูก และเศษเนื้อ จะเป็นวัสดุเศษเหลือจากกระบวนการผลิตที่มีปริมาณมากที่สุด จะนำมาผ่านกรรมวิธีการสกัดแยกไขมันด้วยความร้อน เรียกว่า rendering ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการ rendering ได้แก่

- ไขมัน(fat) แบ่งเป็น ไขมันที่รับประทานได้ (edible fat) ซึ่งเป็นไขมันที่สกัดแยกจากวัสดุเศษเหลือที่สดและสะอาด ใช้ในการผลิต margarine shortenings และ cooking fat และ ไขมันที่รับประทานไม่ได้ (inedible fat) ผลิตจากวัตถุดิบคุณภาพต่ำ เช่น ไม่สด หรือมีสิ่งปนเปื้อน หรือได้จากซากของสัตว์ที่ไม่แข็งแรงสมบูรณ์ ไขมันประเภทนี้ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น ใช้ในอาหารสัตว์โดยเป็นแหล่งของอาหารประเภทให้พลังงาน และใช้ในการผลิตสบู่(soap) grease fatty acids และ glycerine เป็นต้น

- เนื้อและกระดูกป่น (meat and bone meal) เป็นกากของแข็งที่เหลือจากการ rendering เป็นส่วนที่มีคุณค่าทางอาหารสูง เพราะมีองค์ประกอบที่เป็นโปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส และไขมันมาก เหมาะสำหรับใช้เป็นอาหารสัตว์

2.2.2 หนังสัตว์ จัดว่าเป็นวัสดุเศษเหลือที่มีคุณค่ามากที่สุดชนิดหนึ่ง โดยปกติสัตว์จะมีหนังเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 4-11% ของน้ำหนักสัตว์มีชีวิต จากการสำรวจข้อมูลพบว่า ในกระบวนการฆ่าวัวที่มีชีวิต 1 ตัน จะมีหนังวัวเป็นวัสดุเศษเหลือประมาณ 110 กิโลกรัม ซึ่งหนังสัตว์จัดได้ว่าเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในอุตสาหกรรมฟอกหนัง ซึ่งในส่วนนี้จะมีไขมันติดอยู่ที่หนังวัวด้วยส่วนหนึ่ง ซึ่งจะต้องตัดออกในการนำหนังไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมฟอกหนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 เอ็นและกระดูก เป็นวัสดุเศษเหลือที่มี คอลลาเจน (collagen) เป็นองค์ประกอบสูง สามารถนำมาผลิตกาว และ เจลาติน(gelatine) ซึ่งเป็นโปรตีนที่ละลายน้ำได้ โดยเจลาตินที่ผลิตได้จากวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี เช่น สด สะอาด ปราศจากสิ่งปนเปื้อน และได้จากชิ้นส่วนของสัตว์ที่มีสุขภาพดี เจลาติน มี 2 ประเภท คือประเภทที่รับประทานได้ กับประเภทที่ใช้ในอุตสาหกรรม ส่วนกาวผลิตจากวัตถุดิบที่มีคุณภาพต่ำกว่า

2.2.4 ต่อม(gland)ต่างๆ จากอวัยวะภายในของโค มีสารประกอบที่มีคุณค่าทางด้านเภสัชกรรม เช่น ฮอร์โมน(harmone) และเอนไซม์(enzyme)บางชนิดสามารถใช้บำบัดรักษาโรค หรือความผิดปกติในร่างกายมนุษย์ได้
(กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2547)

2.3 กรดไขมัน

กรดไขมันเป็นสายโซ่(chain)ของไฮโดรคาร์บอนและปลายข้างหนึ่งจะต่อกับ กรดคาร์บอกซิลิก(carboxylic acid) ซึ่งมีหมู่ –COOH ซึ่งมีสูตรเคมี ทั่วไป CH_2CH_2 ….CH_2CH_2COOH สามารถจำแนกกรดไขมันออกเป็น 2 ชนิดคือ

2.3.1 กรดไขมันอิ่มตัว (saturatedfatty acids) คือกรดไขมันที่มีการยึดเกาะกันระหว่างคาร์บอนอะตอมเป็นพันธะเดี่ยวส่วนใหญ่ มีสูตรทั่วไปเป็น $C_nH_{2n}O_n$ เป็นกรดไขมันที่มีพันธะของคาร์บอนในโมเลกุล ไม่สามารถรับไฮโดรเจนได้อีก กรดไขมันพวกที่มีจำนวนคาร์บอนอะตอมน้อย 2-4 อะตอม เป็นกรดไขมันที่ละลายได้ดีในน้ำ กรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 6-10 อะตอม ละลายในน้ำได้เล็กน้อยส่วนกรดไขมันที่มีคาร์บอนอะตอมตั้งแต่ 12 อะตอมขึ้นไป ไม่ละลายน้ำ กรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนต่ำกว่า 10 อะตอมจะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง ส่วนกรดไขมันที่คาร์บอนตั้งแต่ 10 อะตอมขึ้นไปจะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ส่วนใหญ่กรดไขมันพวกนี้มีน้ำหนักโมเลกุลค่อนข้างสูงเช่น lauric acid(C_{12}) , palmitic acid (C_{16}) , และ stearic acid (C_{18}) เป็นต้น พบมากในไขมันที่ได้จากสัตว์

2.3.2 กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) คือไขมันที่มีการยึดเกาะกันระหว่างคาร์บอนอะตอมด้วยพันธะคู่ ตั้งแต่หนึ่งคู่ขึ้นไป ส่วนใหญ่พบในไขมันที่ได้จากพืช เช่น linoleic acid ($C_{18:2}$) เป็นต้น (Belitz และ Grosch,1999) กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยๆ ได้ดังนี้

2.3.2.1 กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated Fatty Acid) เป็นกรดไขมันที่มีพันธะคู่อยู่ในโมเลกุลเพียงหนึ่งคู่ เช่น กรดโอเลอิค (Oleic acid)

2.3.2.2 กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated Fatty Acid) เป็นกรดไขมันที่มีพันธะคู่มากกว่าหนึ่งแห่ง ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.2.1 กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่สองแห่ง เช่น กรดลิโลเลอิค พบมากในน้ำมันพืช

2.3.2.2.2 กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่สามแห่ง เช่น กรดลิโนเลนิค พบมากในน้ำมันถั่วเหลือง ,น้ำมันตับปลา, และน้ำมันจากปลาทะเลต่างๆ

2.3.2.2.3 กรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดมีพันธะคู่สี่แห่ง เช่น กรดอะแรคคิโดนิค พบเป็นจำนวนน้อยในน้ำมันถั่วลิสง แต่พบมากในน้ำมันตับปลา และน้ำมันจากปลาทะเลต่างๆ ดังแสดงในตารางที่1

ตารางที่1 แสดงปริมาณกรดไขมันในไขมันและน้ำมันบางชนิด

ไขมัน หรือ น้ำมัน	กรดไขมัน					
	ไมริสติก	ปาล์มิติก	สเตียริก	โอเลอิก	ลิโนเลอิก	อื่นๆ
น้ำมันมะกอก	-	6	4	83	7	-
น้ำมันถั่วลิสง	-	7	5	60	21	7
น้ำมันเมล็ดฝ้าย	1	21	2	25	51	-
น้ำมันดอกคำฝอย	-	6	3	13	77	1
น้ำมันข้าวโพด	1	10	4	34	48	3
ไขวัว	2	325	25	38	3	-
น้ำมันหมู	1	30	18	41	6	4
ไขมันของคน	3	25	8	46	10	8

ที่มา : ดัดแปลงจากเกสร (2539)

2.4 ความแตกต่างของกรดไขมันชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว (เกสร, 2539)

ความแตกต่างของกรดไขมันชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวสามารถแบ่งออกได้เป็น3 กรณี คือ

2.4.1 กรณีที่กรดไขมันมีจำนวนคาร์บอนอะตอมเท่ากัน กรดไขมันไม่อิ่มตัวซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลน้อยกว่าจะมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่า และที่อุณหภูมิห้อง ไขมันจะมีลักษณะนิ่มหรือเหลวกว่ากรดไขมันชนิดอิ่มตัวดังนั้นพวกน้ำมันจึงมักประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว ส่วนไขมันประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวมากกว่าดังตัวอย่างที่แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างดังกล่าวอย่างชัดเจนก็คือ กลีเซอริลไตรโอลิเอต และ กลีเซอริลไตรสเตียเรต ต่างก็เป็นสารประกอบที่มีจำนวนคาร์บอนอะตอมเท่ากัน แต่ กลีเซอริลไตรโอลิเอตประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวจึงมีลักษณะเป็นน้ำมัน ส่วน กลีเซอริลไตรสเตียเรต ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวแสดงโครงสร้างโมเลกุลของกรดไขมันทั้งสองในรูปที่1 (เกสร, 2539)

2.4.2 กรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนมากกว่า จะมีจุดหลอมเหลวสูงกว่าเสมอ ไม่ว่าจะเป็นกรดไขมันชนิดอิ่มตัวหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

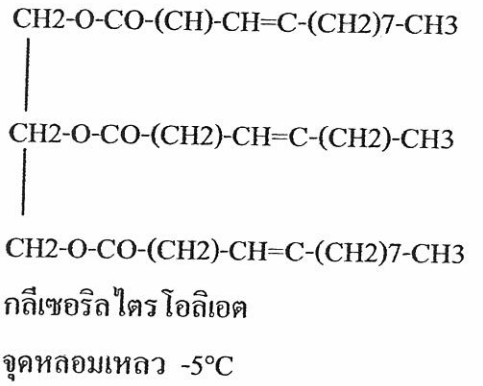
2.4.3 กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว พบมากในน้ำมันพืช น้ำมันจากสัตว์ทะเล ส่วนกรดไขมันชนิดอิ่มตัวพบมากในไขมันที่มาจาก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ด้วยเหตุนี้ไขวัว จะมีลักษณะที่ข้นและแข็งกว่าน้ำมันพืชดังแสดงในตารางที่2 โครงสร้างโมเลกุลของกลีเซอริลไตร โอลิเอตและ กลีเซอริลไตรสเตียเรต ดังแสดงในรูปที่ 1

ตารางที่2 เปรียบเทียบปริมาณกรดไขมันชนิดอิ่มตัว และกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวในน้ำมันพืชและน้ำมันจากสัตว์

ไขมัน	กรดไขมันอิ่มตัว(ร้อยละ)	กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว(ร้อยละ)	กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน(ร้อยละ)
ไขมันจากพืช			
น้ำมันคาโนลา	6	58	36
น้ำมันคอกคำฝอย	10	15	75
น้ำมันคอกทานตะวัน	12	21	67
น้ำมันข้าวโพด	13	20	62
น้ำมันมะกอก	14	77	9
น้ำมันถั่วเหลือง	16	24	60
น้ำมันถั่วลิสง	17	37	40
น้ำมันรำข้าว	18	45	37
น้ำมันเมล็ดฝ้าย	28	22	27
น้ำมันปาล์ม	50	39	10
น้ำมันปาล์มเคอร์เนล	86	12	2
น้ำมันมะพร้าว	92	6	2
ไขมันจากสัตว์			
น้ำมันไก่	27	48	20
น้ำมันหมู	40	47	12
น้ำมันวัว	52	44	5

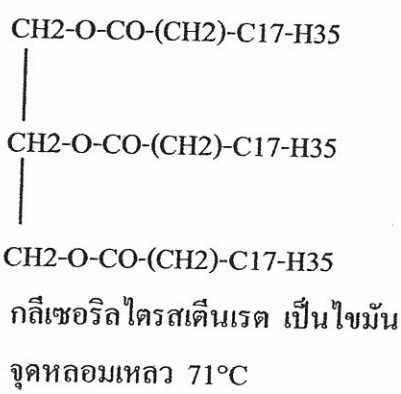
ที่มา : ดัดแปลงจากนัยนาและเรวดี (2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กลีเซอริลไตรโอลิเอต

จุดหลอมเหลว -5°C



กลีเซอริลไตรสเตียเรต เป็นไขมัน

จุดหลอมเหลว 71°C

รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของกลีเซอริลไตรโอลิเอตและ กลีเซอริลไตรสเตียเรต

ที่มา : ดัดแปลงจากเกสร (2539)

2.5 สมบัติของไขมันและน้ำมัน (นิธิยา, 2548)

2.5.1 คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของไขมันและน้ำมัน

คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของไขมันและน้ำมันมีประโยชน์ในการจำแนกและบ่งชี้ชนิดของไขมัน และน้ำมัน คุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่สำคัญ เช่น

2.5.1.1 จุดหลอมเหลว คืออุณหภูมิที่ทำให้ไขมันละลาย ไขมันส่วนใหญ่มีจดหลอมเหลวที่กว้าง หรือแคบขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของไขมัน เช่น ไขมันที่ประกอบด้วยไตรกลีเซอไรด์ชนิดเดียวกันหมดจะมีจุดหลอมเหลวที่แน่นอน จุดหลอมเหลวของไขมันจะสูง หรือต่ำ ขึ้นอยู่กับจุดหลอมเหลวของไขมันที่เป็นองค์ประกอบ ดังแสดงในตารางที่ 3

จุดหลอมเหลวของไขมันจะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนคาร์บอนในโมเลกุลของกรดไขมันเพิ่มขึ้นและจุดหลอมเหลวของกรดไขมันจะลดลง เมื่อมีจำนวนพันธะคู่ ในโมเลกุลของกรดไขมันเพิ่มข้น เมื่อนำไขมันหรือกรดไขมันมาทำให้ร้อน เพื่อเพิ่มอุณหภูมิขึ้นอย่างช้าๆ ไขมันจะค่อยๆ หลอมตัวกลายเป็นของเหลว เมื่อทำให้เย็นลงจะกลับเป็นของแข็ง จุดหลอมเหลวของไขมันและน้ำมันชนิดต่างๆดังแสดงในตารางที่4

2.5.1.2 จุดแข็งตัว คือ อุณหภูมิที่ทำให้ไขมันหรือน้ำมันกลายเป็นของแข็ง อุณหภูมิที่น้ำมันเริ่มแข็งตัวเรียกว่า เกิด solidification และเรียกจุดนี้ว่า solidifying point อุณหภูมินี้มักจะต่ำกว่าจุดหลอมเหลว 2-3 องศาเซลเซียส ไขมันหรือน้ำมันที่ประกอบด้วยไตรกลีเซอไรด์หลายๆชนิดต่างกัน มีผลทำให้จุดแข็งตัวจะเป็นช่วงกว้าง ดังแสดงในตารางที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่3 แสดงจุดหลอมเหลวของกรดไขมันชนิดต่างๆ

กรดไขมันชนิดอิ่มตัว	เขียนย่อ	จุดหลอมเหลว (องศาเซลเซียส)
กรดบิวทีริก	4 : 0	-7.9
กรดคาโพรอิก	6 : 0	-3.4
กรดคาไพรลิก	8 : 0	16.7
กรดคาพริก	10: 0	31.3-31.6
กรดลอริก	12 : 0	44.0-44.2
กรดไมริสติก	14 : 0	53.9-54.4
กรดปาล์มีติก	16 : 0	62.7-63.1
กรดสเตียริก	18 : 0	69.6
กรดอะราคิดิก	20 : 0	75.4-76.5
กรดบีฮีนิก	22 : 0	80.0-81.5
กรดลิโนซีริก	24 : 0	84.2-86.0
กรดซีโรติก	26 : 0	87.7-88.5
กรดวาลีริก	5 : 0	-34.5
กรดอีแนนโทอิก	7 : 0	-7.5
กรดพีลาร์โกนิก	9 : 0	-12.4
กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว		
กรดปาล์มิโตเลอิก	16 : 1(9)	0-0.5
กรดโอเลอิก	18 : 1(9)	10.5-16.0
กรดลิโนเลอิก	18 : 2(9,12)	-5.0
แอลฟา-กรดลิโนเลนิก	18 : 3(9,12,15)	-11.0
แกมม่า-กรดลิโนเลอิก	18 : 3(6,9,12)	
กรดอะราคิโดนิก	18 : 4(5,8,11,14)	-49.5

ที่มา : ดัดแปลงจาก นิธิยา(2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4 สมบัติทางกายภาพของไขมันและน้ำมันบางชนิด

ชนิดของไขมันและน้ำมัน	จุดหลอมเหลว (องศาเซลเซียส)	Titer (องศาเซลเซียส)
ไขแกะ	44-51	43-48
ไขวัว	40-48	40-47
เนย	28-36	33-38
โคคาบัตเตอร์	28-36	45-50
น้ำมันมะพร้าว	23-28	20-24
น้ำมันข้าวโพด	(-10)-(-12)	14-20
น้ำมันเมล็ดฝ้าย	(-2)-2	31-37
น้ำมันลินสีด	(-16)-25	19-21
น้ำมันมะกอก	(-3)-0	17-26
น้ำมันปาล์ม kernel	24-28	20-28
น้ำมันปาล์ม	33-40	40-47
น้ำมันถั่วลิสง	-2	26-32
น้ำมันงา	(-4)-0	20-25
น้ำมันถั่วเหลือง	(-20)-(-23)	20-21
น้ำมันเมล็ดทานตะวัน	(-16)-(-18)	16-20
น้ำมันปลาวาฬ	-	22-24
น้ำมันหมู	33-46	34-42

ที่มา : ดัดแปลงจาก นิธิยา(2548)

2.5.1.3 สี เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของน้ำมันได้ สีที่แตกต่างกันขึ้นกับ รงควัตถุที่มีปนอยู่ในวัตถุดิบที่นำมาใช้สกัดน้ำมัน น้ำมันที่มีสีเหลืองอ่อนจะมีคุณภาพดีกว่า น้ำมันที่มีสีเหลืองเข้ม

2.5.1.4 การเรียงรูปของผลึก ไขมันแตกต่างจากน้ำมัน คือ ไขมันเป็นของแข็งและน้ำมันเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง ไขมันมีลักษณะการเรียงตัวเป็นผลึกได้หลายรูป แต่ละรูปจะมีจุดหลอมเหลวเฉพาะ รูปผลึกที่พบส่วนใหญ่มี 3 รูปคือ (Kaylegian and Lindsay, 1994)

1. α ให้ลักษณะจุดหลอมเหลวต่ำ เพราะการจับตัวกันอย่างหลวมๆ
2. β จุดหลอมเหลวสูงมาก มีการจัดเรียงตัวกันแน่น
3 β' จุดหลอมเหลวสูงผลึกเป็นทรงกลม

ขนาดและจำนวนของผลึกที่เกิดขึ้นจะผันแปรไปตามชนิดของไขมัน และอุณหภูมิของไขมัน การทำให้อุณหภูมิลดลงอย่างรวดเร็งผลึกที่เกิดขึ้นมีโครงสร้างแตกต่างจากผลึกที่เกิดขึ้นเมื่อทำให้อุณหภูมิลดลงอย่างช้าๆ การคน หรือกวนขณะที่ลดอุณหภูมิจะทำให้ได้ผลึกที่มีโครงสร้างเปลี่ยนไป จำนวนและขนาดของผลึกจะเป็นตัวกำหนดสมบัติทางกายภาพ เช่น ความหนาแน่นหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถ่วงจำเพาะ การเกิดผลึกของไขมันจะเป็นแบบตาข่าย 3 มิติ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 0.1-100 ไมโครเมตร

2.5.2 สมบัติทางเคมีของไขมันและน้ำมัน

2.5.2.1 ไฮโดรไลซีส ด้วยด่าง เรียกว่า Saponification ซึ่งจะได้เกลือของกรดไขมัน เรียกว่า สบู่ ด่างที่ใช้ เช่น โซเดียมหรือ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์

ในไขมันและน้ำมันที่ได้จากพืชหรือสัตว์แต่ละชนิด มักมีไตรเอซิลกลีเซอรอลเป็นส่วนประกอบในปริมาณที่ค่อนข้างแน่นอน ดังนั้นปริมาณด่างที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ไขมันหรือน้ำมันจำนวนหนึ่งจะมีค่าแน่นอนและมีค่าเฉพาะซึ่งสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ สมบัติเฉพาะของไขมันหรือน้ำมันแต่ละชนิดได้ เรียกว่า saponification value หรือ S.V.

Saponification value คือ จำนวนมิลิกรัมของด่าง ที่ใช้ในการ ไฮโดรไลซ์ ไขมันหรือน้ำมันอย่างสมบูรณ์ จำนวน1 กรัม ได้เป็นสบู่และกลีเซอรอล

ค่า S.V. ใช้เป็นตัวบ่งชี้ขนาดของโมเลกุล หรือ น้ำหนักโมเลกุลของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบใน โมเลกุลของไตรเอซิลกลีเซอรอล ในไขมันหรือน้ำมันนั้นๆ ไขมันหรือน้ำมันที่มีค่า S.V. สูง แสดงว่า กรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบใน โมเลกุลของ ไตรเอซิลกลีเซอรอล มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ มีจำนวนโมเลกุลของไตรเอซิลกลีเซอรอลต่อหน่วยน้ำหนักเป็นจำนวนมากจึงต้องใช้ด่างเป็นจำนวนมากในการไฮโดรไลซีส ดังแสดงในตารางที่ 5

2.5.2.2 Halogenation เป็นปฏิกิริยาการเติมสารยาโลเจนเป็นตัวบ่งชี้ปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัว คือ ไอโอดีน ค่าที่ได้เรียกว่า Iodine Value หรือ I.V.

Iodine Value คือ จำนวนกรัมของไอโอดีนที่เข้าทำปฏิกิริยากับพันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่เป็นองค์ประกอบใน โมเลกุลของไขมันหรือน้ำมันจำนวน 100 กรัม

ไขมันหรือน้ำมันมีกรดไขมันชนิด ไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบอยู่ใน โมเลกุลมากน้อยเพียงใด ถ้าค่า I.V. สูงแสดงว่ามีปริมาณกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบมาก น้ำมันที่มีค่า I.V. สูงจะมีคุณค่าทางโภชนาการสูงเนื่องจากมีปริมาณกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวมากซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย

Fatouh et al.(2005) ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของไขมันนมควายที่แยกลำดับส่วนแบบหลายขั้น พบว่า ค่า Saponification Value ของไขมันนมแยกส่วนที่มีจุดหลอมเหลวสูง(HMF) ไขมันนมแยกส่วนที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ (LMF) และ ไขมันนมเริ่มต้น(BO) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยค่า Saponification Value ของ LMF จะสูงกว่า BO ซึ่งในทางกลับกัน ค่า Saponification Value ของ HMF มีค่าน้อยกว่า BO ส่วนค่า Iodine value ของ HMF ต่ำกว่า BO และ LMF อย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยค่า Iodine value ของไขมันนมแยกส่วนเหลวที่ 15°C มีค่าสูงที่สุด เพราะจากโครงสร้างของไขมันแยกส่วนเหลวที่ 15°C จะมีไขมันไม่อิ่มตัวเพิ่มขึ้น และมีไขมันอิ่มตัวลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศลินา (2548) ทำการทดลองวิเคราะห์กรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในไขมันไก่แยกส่วนแบบขั้นเดียวและไขมันไก่เริ่มต้น พบว่า ไขมันทุกส่วนที่แยกได้ เมื่ออุณหภูมิในการตกผลึกลดต่ำลง ปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวจะเพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกัน ปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวจะลดลง

2.5.2.3 การหืน เป็นปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของไขมันและน้ำมันทำให้เกิดกลิ่นผิดปรกติและสมบัติทางเคมีและทางกายภาพ เปลี่ยนไป เมื่อเกิด hydrolytic rancidity แล้วไม่สามารถสังเกตได้ด้วยการดมกลิ่นหรือชิมรส ต้องตรวจวิเคราะห์โดยวิธีทางเคมี คือ วิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันอิสระที่เกิดขึ้น ค่าที่ได้เรียกว่า Acid Value หรือ A.V.

ค่า A.V. ของไขมันหรือน้ำมัน คือ จำนวนมิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอไซด์ที่ใช้ในการทำให้กรดไขมันอิสระที่มีอยู่ในไขมันหรือน้ำมันจำนวน 1 กรัมเป็นกลางพอดี ซึ่งนิยมเทียบเป็นปอร์เซนต์ของกรดโอเลอิก ถ้าค่า A.V. สูงแสดงว่าไตรเอซิลกลีเซอรอลสูงไฮโดรไลส์เป็นกรดไขมันอิสระมาก แสดงว่าเกิดการหืน

2.6 การเจียว (นิธิยา, 2548)

การเจียวเป็นวิธีสกัดแยกไขมันที่ใช้มานานแล้ว นิยมใช้กับเนื้อเยื่อไขมันของสัตว์ต่างๆซึ่งมีลักษณะเนื้ออ่อนและมีไขมันสูง วิธีนี้เป็นการให้ความร้อนกับเนื้อเยื่อไขมันของสัตว์ ความร้อนจะทำให้ ผนังเซลล์แตกและไขมันเปลี่ยนเป็นของเหลวไหลออกมา เพื่อที่ให้เนื้อเยื่อไขมันของสัตว์ มีพื้นที่ผิวสัมผัส กับความร้อนได้มากขึ้นและ น้ำมันไหลออกมาได้เร็วขึ้น จึงนิยมหั่นไขมันให้ เป็นชิ้นเล็กๆและบางๆ น้ำมันที่สกัดโดยวิธีการเจียวได้แก่ น้ำมันหมูและไขวัว การเจียวมีสองแบบ คือ

2.6.1 การเจียวแห้ง ใช้เนื้อเยื่อไขมันไม่เปียกน้ำ และเจียวในภาชนะเปิด อุณหภูมิที่ใช้ประมาณ 220-230 F น้ำมันที่ได้จะมีกลิ่นหอม แต่อาจมีคุณภาพ ไม่ค่อยดี เพราะบางส่วนของน้ำมันอาจได้รับความร้อนจากผิวของภาชนะที่สัมผัส โดยตรง ทำให้น้ำมันบางส่วนเกิด ออกซิเดชันถ้าใช้อุณหภูมิสูงเกินไป น้ำมันที่ได้อาจมีสีคล้ำ ในระหว่างการเจียวน้ำมันที่เป็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อไขมันจะระเหยออกไป

การเจียวแห้งนี้อาจทำที่อุณหภูมิต่ำได้ โดยเนื้อเยื่อไขมันจะถูกทำให้ผนังเซลล์แยก โดยวิธีทางกล แล้วให้ความร้อนต่ำ เพื่อเพียงให้ไขมันหลอมเหลวกลายเป็นน้ำมันเท่านั้น อุณหภูมิประมาณ 115-120 F น้ำมันที่ได้จะมีสีอ่อน ไม่ค่อยมีกลิ่น มีปริมาณไขมันอิสระต่ำ และมีความคงตัวต่อออกซิเดชันได้ดี การเจียวแห้งยังอาจทำได้ในภาชนะปิด ที่แห้งและความดันปกติ น้ำมันที่ได้โดยวิธีนี้จะมีกลิ่นแรง ต้องผ่านกระบวนการกำจัดกลิ่นก่อนที่จะนำไปขาย

2.6.2 การเจียวเปียก วิธีนี้เป็นการเติมน้ำร้อนหรือพ่นไอน้ำลงบนไขมันในภาชนะปิดภายใต้ความดันประมาณ 45-75 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และมีการไล่อากาศออก เพื่อลดการออกซิเดชันด้วยความร้อนจากไอน้ำจะทำให้ สารประกอบพวกโปรตีน ที่อยู่ตามผนังเซลล์ถูกทำลาย ไขมันก็จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอมเหลวไหลออกจากเซลล์ซึ่งใช้เวลา 3-6 ชั่วโมง ข้อเสียของการเจียวเปียกคือ อาจทำให้เกิดอิมัลชัน ของน้ำและน้ำมันซึ่งทำลายได้ยาก

ตารางที่5 สมบัติทางเคมีของน้ำมันชนิดต่างๆ

ชนิดของไขมันหรือน้ำมัน	S.V. (mg KOH/g)	I.V.
เนย	210-233	26-42
ไขวัว	190-199	40-48
น้ำมันหมู	190-202	53-77
น้ำมันปลาวาฬ	185-194	110-135
ไขแกะ	192-198	35-46
โคคาบัตเตอร์	192-200	32-40
น้ำมันมะพร้าว	248-265	6-11
น้ำมันปาล์มเคอร์เนล	230-254	14-21
น้ำมันปาล์ม	190-209	50-55
น้ำมันข้าวโพด	187-195	107-128
น้ำมันเมล็ดฝ้าย	189-198	100-115
น้ำมันลินสีด	188-196	170-204
น้ำมันมะกอก	184-196	75-94
น้ำมันถั่วลิสง	187-196	86-107
น้ำมันแรพสีด	168-181	97-107
น้ำมันงา	188-195	103-116
น้ำมันถั่วเหลือง	189-195	124-139
น้ำมันเมล็ดทานตะวัน	188-194	188-145

ที่มา : ดัดแปลงจาก นิธิยา (2548)

2.7 วิธีการและหลักการแยกส่วนไขมัน

การแยกส่วน เป็นวิธีการที่นิยมในการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำมันและไขมัน ทำให้น้ำมันและไขมันที่ผ่านการแยกลำดับส่วนมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ โดยการแยกส่วนมีวัตถุประสงค์ในการแยกต่างๆกันไป คือ

- เพื่อแยกส่วนไขมันที่มีจุดหลอมเหลวสูงที่มีปริมาณน้อยออกจากน้ำมัน ป้องกันการเกิดผลึกไขมันแข็งเมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เพื่อเพิ่มปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวให้กับน้ำมันเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ
- เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติในการนำไปใช้ เช่น ทำการแยกส่วนไขมันเพื่อให้ได้ไขมันส่วนที่มีช่วงอุณหภูมิหลอมเหลวแคบใช้เป็นส่วนผสมไขมันเคลือบขนมหวาน (Rajah and Moran, 1994)

วิธีการแยกส่วนโดยทั่วไปมี 3 วิธี คือ dry fractionation , solvent fractionation และ aqueous fractionation (Kaylegian and Lindsay, 1994; Hamm, 1995)

dry fractionation เป็นการแยกส่วนโดยใช้การลดอุณหภูมิให้ต่ำกว่าจุดหลอมเหลวของไตรกลีเซอไรด์ ไตรกลีเซอไรด์ที่มีจุดหลอมเหลวสูงตกผลึกลงมาก่อน ใช้วิธีการให้ความเย็นแก่ไขมันเพื่อแยกไขมันแข็งหรือผลึกออกมา จึงเป็นวิธีที่สะดวกและปลอดภัย เนื่องจากไม่มีการใช้สารเคมีในการแยกผลึก ซึ่งกระบวนการแยกส่วนมี 2 แบบ คือ การแยกส่วนแบบขั้นเดียว และ การแยกส่วนแบบหลายขั้น

การแยกส่วนขั้นเดียว เป็นกระบวนการแยกส่วนเพียงหนึ่งขั้นตอนที่ให้ผลิตภัณฑ์ 2 ส่วน คือ ส่วนไขมันแข็งและส่วนไขมันเหลว ซึ่งการใช้อุณหภูมิที่ต่ำลงจะแยกส่วนของไขมันแข็งได้เพื่อขึ้น

การแยกส่วนหลายขั้น การแยกส่วนโดยวิธีนี้จะทำการแยกส่วนที่อุณหภูมิสูงกว่าก่อน จากนั้นส่วนของไขมันเหลวที่ได้นำมาทำการแยกส่วนซ้ำ ที่อุณหภูมิต่ำลงมา ซึ่งเป็นการทำให้ไขมันแข็งที่แยกได้ในลำดับต่อมามีจุดหลอมเหลวสูงขึ้นและทำให้ได้ไตรกลีเซอไรด์ที่มีจุดหลอมเหลวที่แน่นอนยิ่งขึ้น (Kaylegian and Lindsay, 1994)

Fatouh *et al.* (2003) ศึกษาคุณลักษณะของไขมันนมควาย โดยใช้การแยกลำดับส่วนแบบหลายขั้น เริ่มจากนำไขมันนม 1.5 ลิตร มาให้ความร้อนที่ 80°C เพื่อทำลายผลึก จากนั้นจึงทำให้เย็นลงมาที่อุณหภูมิ 30°C ใช้อัตราการกวน 10 รอบต่อนาที ซึ่งใช้เวลาในการแยกลำดับส่วนไขมันนมที่ 30°C 9 ชั่วโมง จึงทำการกรองแบบสุญญากาศเพื่อแยกผลึกของแข็งออกจากของเหลว จากนั้นจึงนำไขมันนมแยกส่วนเหลวที่ 30°C มาแยกลำดับส่วนต่อด้วยวิธีการเดียวกันที่อุณหภูมิ 20°C และ 15°C อีกทั้งยังนำไขมันนมแยกส่วนแข็งที่ 30°C มาแยกลำดับส่วนต่อที่อุณหภูมิ 35°C และ 40°C ด้วย ซึ่งจากการศึกษา พบว่า ในการตกผลึกไขมันสามารถแยกไขมันออกได้เป็น 3 กลุ่ม ตามสมบัติทางเคมีและจุดหลอมเหลว ส่วนที่จุดหลอมเหลวสูง (High-melting fractions ,HMF) มีจุดหลอมเหลวประมาณ 36.5-40 °C มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวชนิดสายโซ่ยาวอยู่มากแต่มีกรดไขมันอิ่มตัวที่มีสายโซ่สั้นอยู่ต่ำ , ส่วนที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ (Low-melting fractions ,LMF) มีจุดหลอมเหลวประมาณ 12.6 °C มีกรดไขมันอิ่มตัวชนิดสายโซ่ยาวต่ำลงแต่มีกรดไขมันอิ่มตัวชนิดสายโซ่สั้นอยู่สูง , ส่วนที่มีจุดหลอมเหลวปานกลาง (Middle-melting fractions ,MMF) มีจุดหลอมเหลวประมาณ 24.2-29.8 °C มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวอยู่ระหว่าง HMF และ LMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96686

การแยกส่วนไขมันมีการตกผลึกและการแยกผลึก ซึ่งเป็นหลักการสำคัญในการแยกส่วนไขมัน

การตกผลึก มีขั้นตอนการก่อผลึก และการเจริญของผลึก เพื่อเปลี่ยนสภานะจากน้ำมันเป็นผลึกไขมัน โดยชนิดและปริมาณกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันเป็นปัจจัยหลักที่บ่งบอกถึงช่วงอุณหภูมิการหลอมเหลวและการตกผลึกของไขมัน การก่อผลึก เป็นขั้นตอนการก่อนิวเคลียสขนาดเล็กๆ เกิดขึ้นที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดหลอมเหลวของไขมันแล้วก่อตัวเป็นผลึกจัดเรียงตัวเป็นรูปตาข่าย การเจริญของผลึก เป็นขั้นตอนที่นิวเคลียสของผลึกมีการเจริญขึ้น โดยการรวมตัวกันของไตรกลีเซอไรด์ที่บริเวณผิวผลึก อัตราการเจริญของผลึกขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ในการตกผลึก อัตราการทำความเย็น และระยะเวลา ถ้าใช้อุณหภูมิในการตกผลึกต่ำลง หรือใช้อัตราการทำความเย็นอย่างรวดเร็วของผลึกไขมันจะเกิดขึ้นค่อนข้างช้า (Rajah and Moran, 1994; Ghotra *et al.*, 2002)

การแยกผลึก สามารถควบคุมผลึกที่เกิดขึ้นด้วย อัตราการให้ความเย็น อัตราการกวน อุณหภูมิการตกผลึก ผลึกที่เกิดขึ้นสามารถแยกได้โดยการกรองด้วยสุญญากาศ กรองด้วยความดัน หรือ หมุนเหวี่ยง ขนาดของผลึก และความบริสุทธิ์ของผลึกเป็นปัจจัยที่ควรคำนึงถึงในการแยกผลึก (Hamm, 1995)

2.8 ปัจจัยที่มีผลต่อการแยกส่วนของไขมัน

2.8.1 เทคนิคการออกแบบเครื่องมือในการตกผลึกและปัจจัยในการตกผลึก คือ ชนิดของถังตกผลึก ชนิดของใบกวน สภาวะในการควบคุมเครื่องว่ามีผลต่อการควบคุมกระบวนการตกผลึกและคุณสมบัติของไขมัน (Deffense, 1993)

2.8.2 อัตราการทำความเย็น มีผลต่อประสิทธิภาพในการแยก และรูปแบบของผลึกไตรกลีเซอไรด์ โดยอัตราการทำความเย็นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของผลึกไตรกลีเซอไรด์ซึ่ง ไตรกลีเซอไรด์สามารถตกผลึกได้ในรูปแบบต่างๆกัน ส่งผลให้มีจุดหลอมเหลวแตกต่างกัน โดยการทำเย็นอย่างช้าๆ ผลึกที่เกิดขึ้นจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างให้อยู่ในรูปที่คงตัวที่สุด (Deffense, 1993; Kiyotaka, 2000; and Ghotra *et al.*, 2002)

2.8.3 อุณหภูมิในการแยกส่วน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมันที่แยกได้ องค์ประกอบทางเคมีและทางกายภาพของน้ำมันที่แยก โดยจุดหลอมเหลวและความแข็งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากเมื่อใช้อุณหภูมิต่างกันในการแยกส่วน (Kaylegian and Lindsay, 1994)

2.8.4 ระยะเวลาในการตกผลึก มีผลต่อปริมาณผลึกและขนาดผลึก เมื่อใช้เวลาในการตกผลึกเพิ่มขึ้นปริมาณผลึกของไขมันจะมากขึ้นแต่ถ้าใช้ระยะเวลานานเกินไปไขมันเหลวจะเข้าไปปนอยู่ในส่วนของไขมันแข็งหรือผลึกที่ได้ (Kaylegian and Lindsay, 1994)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 การใช้ประโยชน์จากส่วนไขมันที่แยกได้

ส่วนของไขมันเหลวและไขมันแข็งที่ได้จากการแยกส่วน สามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมด้านอาหารได้ โดยการนำส่วนต่างๆไปใช้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของไขมันที่แยกได้นั้นๆ เช่น การแยกลำดับส่วนน้ำมันถั่วเหลืองสามารถทำให้น้ำมันสลัดที่มีส่วนผสมของน้ำมันแยกส่วนมีความคงตัว Defouw *et al.* (1981) ได้นำเอาส่วนไขมันเหลวที่ได้จากการแยกส่วนไขมันวัวด้วยสารลดแรงตึงผิวนำมาใช้ในการทอดมันฝรั่ง นอกจากนี้ Bussey *et al.* (1981) ได้แยกส่วนไขมันวัวจนได้ส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเนยขาว ไขมันเนยทดแทนโกโก้ และน้ำมันสำหรับทอด Chiu *et al.* (2002) ทำการแยกส่วนไขมันไก่ เพื่อนำมาพัฒนาใช้เป็นส่วนประกอบในอุตสาหกรรมการผลิตขนมอบได้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

ไขมันวัวตัดแต่ง แช่แข็ง จากบริษัท เบทาโกร จำกัด เก็บรักษาอุณหภูมิแช่แข็ง (-20°C)

3.2 วัสดุและอุปกรณ์การแยกส่วน

3.2.1 ถังสำหรับตกผลึก (Jacketed stainless steel vessel) ขนาดความจุ 1.5 ลิตร , เส้นผ่านศูนย์กลางด้านใน×ความสูง = 11 × 21 cm

3.2.2 เครื่องกวนผสม มอเตอร์ขนาด 40 W(Speed control motor, Oriental motor, Japan)

3.2.3 ใบกวนสแตนเลสรูปตัวยู (U-shape, anchor) : เส้นผ่านศูนย์กลางแกนใบกวน × ความสูง = 9 mm × 19cm ,เส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด = 9.8 cm

3.2.4 เครื่องทำความเย็นแบบน้ำหล่อเย็น(Cooling unit)

3.2.5 กรวยกรอง(Buchner funnel) แบบมีน้ำหล่อเย็น ขนาด∅ภายใน 15.5 cm

3.2.6 Suction flask with Vacuum pump

3.2.7 Water bath (Memmert, Germany)

3.2.8 กระดาษกรอง Whatman No.1 ขนาด∅ 150 mm

3.2.9 ก๊าซไนโตรเจน (99%)

3.3 วิธีการวิเคราะห์คุณภาพไขมันวัวและไขมันที่ได้จากการแยกลำดับส่วน

3.3.1 Iodine value : Cyclohexane – Acetic acid Method (AOCS method Cd 1 – 25, 1999)

3.3.2 Saponification number (AOCS method Cd 3 – 25, 1999)

3.3.3 Free fatty acid and Acid value (AOCS method Ca 5a – 40, 1999)

3.3.4 Melting point by capillary tube (AOCS method Cc 1 – 25, 1999)

3.3.5 Color by spectrophotometric method (AOCS method Cc 13c – 50)

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การเตรียมไขมันวัว

นำไขมันวัวมาหั่นเป็นชิ้น ให้ได้ขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร ทำการสกัดน้ำมันออกจากไขมันโดยการเจียวแบบแห้งในหม้อสแตนเลส ที่อุณหภูมิ 110 - 120°C แยกกากน้ำมันวัวออกโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรองผ่านผ้าขาวบาง ชั่งน้ำมันเก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4°C (เพื่อป้องกันการเกิดออกซิเดชันของน้ำมัน) รายงานปริมาณน้ำมันที่เจียวได้เป็นเปอร์เซ็นต์

$$\text{ปริมาณน้ำมัน (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำมันหลังเจียว}}{\text{น้ำหนักไขมันก่อนเจียว}} \times 100$$

3.4.2 การศึกษาระยะเวลาในการตกผลึกไขมันวัว

เลือกอุณหภูมิที่ใช้ในการแยกลำดับส่วนแบบหลายขั้นที่อุณหภูมิ 40 และ 30°C และทำการศึกษาหาระยะเวลาในการตกผลึกไขมันวัวที่เหมาะสมโดยใช้การถ่ายภาพการเกิดผลึกไขมันตามช่วงเวลา คือ ที่อุณหภูมิ 40°C ทำการถ่ายภาพทุก 1 ชั่วโมง ส่วนที่ 30°C ทำการถ่ายภาพทุก 0.5 ชั่วโมง เพื่อเปรียบเทียบปริมาณผลึกไขมันที่เกิดขึ้น และเพื่อใช้สำหรับการเลือกระยะเวลาในการตกผลึกไขมัน โดยจะใช้เวลาที่ที่มีจำนวนของผลึกไขมันแข็งที่คงที่เป็นเวลาที่ใช้ในการตกผลึกไขมันวัว

3.4.3 การศึกษาวิธีการแยกส่วนไขมันวัวแบบหลายขั้น

ทำการแยกส่วนไขมันวัวที่ผ่านการหลอมน้ำมันเพื่อทำลายผลึกไขมันใน water bath ที่อุณหภูมิ 80°C มาตกผลึกในถังตกผลึก โดยใช้อัตราการกวน 10 rpm ในการแยกส่วนแบบหลายขั้นที่อุณหภูมิที่เลือก คือ 40 และ 30°C ด้วยระยะเวลาจากข้อ 3.4.2 โดยแต่ละอุณหภูมิในการตกผลึกจะทำการแยกส่วนไขมันแข็งออกจากไขมันเหลวโดยกรองผ่านกระดาษกรอง Whatman No.1 ณ อุณหภูมิที่ใช้ในการตกผลึก จากนั้นนำส่วนของไขมันเหลวส่วนหนึ่งมาตกผลึกต่อที่อุณหภูมิต่ำลงมา ดังรูปที่ 2 เปรียบเทียบปริมาณเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของไขมันแยกส่วนที่ได้ (%w/w)

3.4.4 การวิเคราะห์คุณสมบัติของไขมันวัวและไขมันวัวแยกส่วน

นำไขมันวัวและไขมันวัวแยกส่วนที่ได้จากการแยกส่วนแบบหลายขั้น มาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และ ประสาทสัมผัส แล้วทำการวิเคราะห์ผลที่ได้ทางสถิติ โดยใช้ตาราง ANOVA มีระดับความเชื่อมั่น 95%

ทำการวิเคราะห์น้ำมันวัวเริ่มต้น และไขมันวัวแยกส่วน ดังนี้

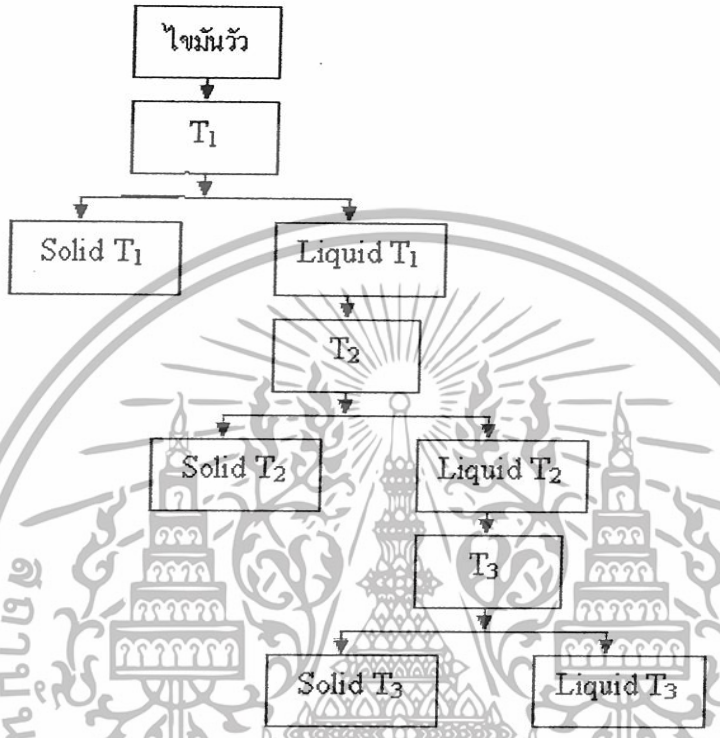
3.4.4.1 คุณสมบัติทางเคมี

- Iodine value : Cyclohexane – Acetic acid Method (AOCS method Cd 1 – 25, 1999)
- Saponification number (AOCS method Cd 3 – 25, 1999)
- Free fatty acid and Acid value (AOCS method Ca 5a – 40, 1999)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4.2 คุณสมบัติทางกายภาพ

- Color spectrophotometric method (AOCS method Cc 13c – 50)
- Melting point by capillary tube (AOCS method Cc 1 – 25, 1999)



รูปที่ 2 การแยกส่วนแบบหลายขั้น (multiple-step fractionation)

หมายเหตุ ทำการเก็บ Liquid T_1 และ T_2 ไว้ในขวดสีชา ที่อุณหภูมิ 4°C เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัส

3.4.4.3 คุณสมบัติทางประสาทสัมผัส

นำน้ำมันวัวเริ่มต้น ไขมันวัวที่ได้จากการแยกลำดับส่วน และน้ำมันปาล์ม(control) มาทอดเฟรนช์ฟรายด์(French Fried) ที่อุณหภูมิ 170°C เป็นเวลา 4 นาที แล้วนำมาทดสอบความชอบทางด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี 5- Hedonic Scale ในปัจจัยด้านกลิ่น รสชาติ สี เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ซึ่งแบ่งระดับของการให้คะแนนเป็น 5 ระดับ คือ 5 คะแนน เท่ากับ ชอบมาก 4 คะแนน เท่ากับ ชอบ 3 คะแนน เท่ากับ เฉยๆ 2 คะแนน เท่ากับ ไม่ชอบ 1 คะแนน เท่ากับ ไม่ชอบมาก โดยใช้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาโครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร จำนวน 30 คน เป็นผู้ทดสอบทั่วไป วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์แบบ RCBD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เพื่อบอกถึงคุณภาพของเฟรนช์ฟรายด์ที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาหาปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากไขมันวัวโดยวิธีการเจียวแบบแห้ง

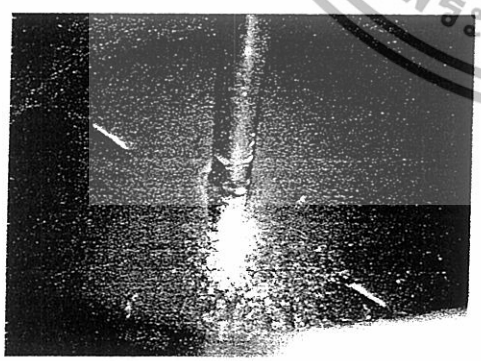
จากการทดลอง พบว่า ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากไขมันวัวโดยวิธีการเจียวแบบแห้ง เท่ากับ 61.93±1.40%

4.2 การศึกษาระยะเวลาในการตกผลึกไขมันวัว

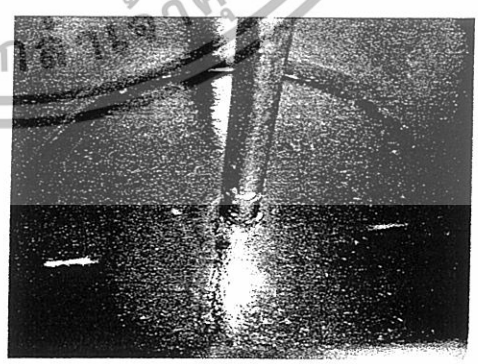
ในการทดลอง นำน้ำมันวัวเริ่มต้นมาแยกลำดับส่วนที่อุณหภูมิ 40°C ได้เป็น ไขมันแยกส่วนแข็ง และไขมันแยกส่วนเหลว จากนั้นจึงนำไขมันแยกส่วนเหลวที่อุณหภูมิ40°C ไปแยกลำดับส่วนต่อที่อุณหภูมิ 30°C ซึ่งการหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการตกผลึก ทำโดยใช้การถ่ายรูป โดยที่อุณหภูมิ 40°C จะได้รูป ดังนี้

รูปที่ 3 การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 0 ชั่วโมง

รูปที่ 4 การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

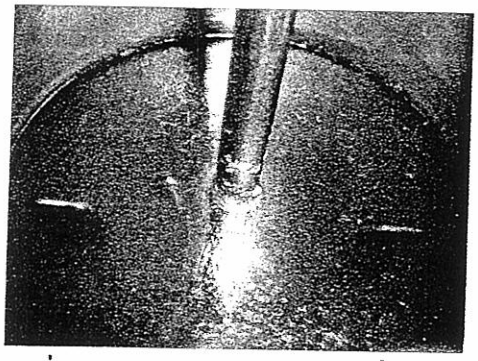


รูปที่ 5 การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

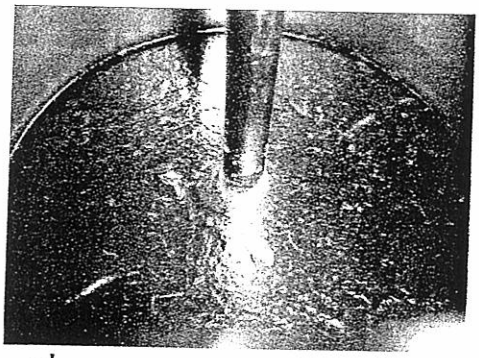


รูปที่ 6 การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

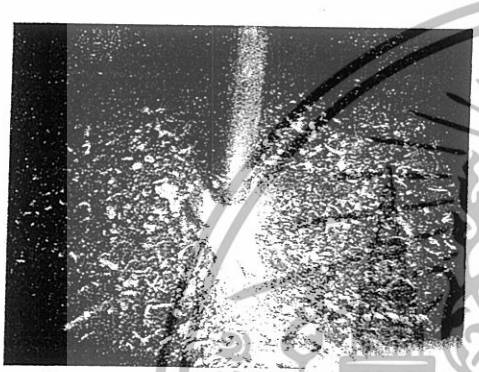
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

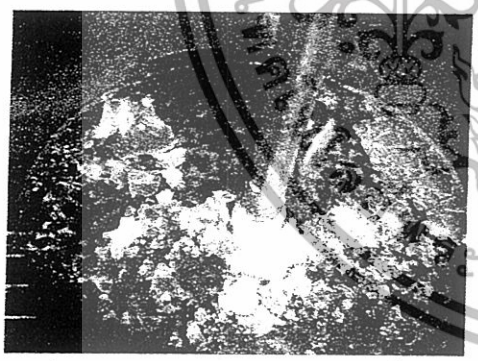


รูปที่ 8 การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

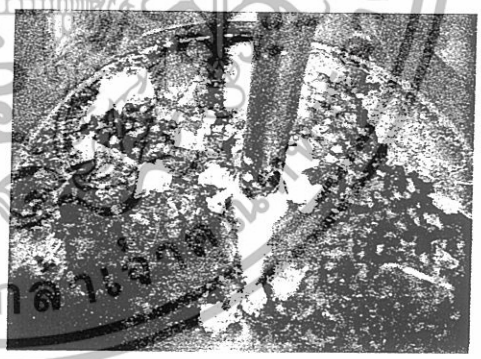


รูปที่ 9 การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

รูปที่ 10 การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 7 ชั่วโมง

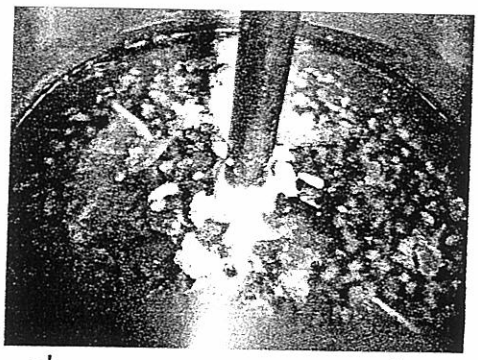


รูปที่ 11 การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 8 ชั่วโมง



รูปที่ 12 การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 9 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

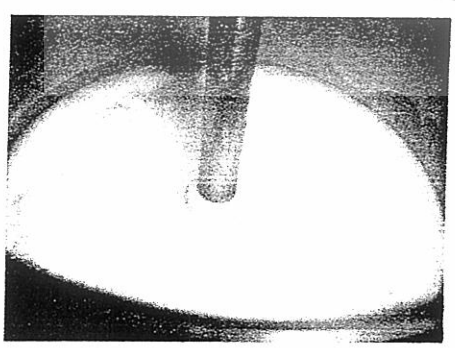


รูปที่ 13 การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง

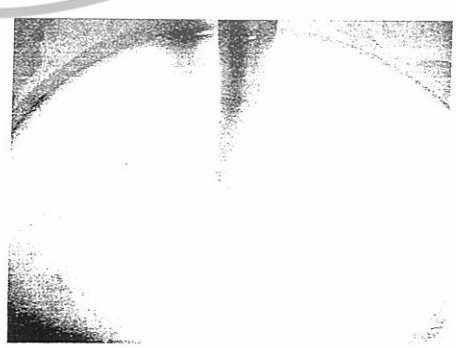
จากรูปที่ 3-13 การตกผลึกที่ 40°C ที่ชั่วโมง 2 จะเริ่มมีฝ้าไขมันเกิดขึ้นที่ผิวหน้าของน้ำมัน ซึ่งชั่วโมงที่ 3-6 น้ำมันมีความขุ่นเพิ่มขึ้นฝ้าที่เกิดขึ้นที่ผิวหน้าจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แล้วในชั่วโมงที่ 7 จึงเริ่มมีผลึกไขมันเกิดขึ้น ซึ่งขนาดและปริมาณของผลึกไขมันจะเพิ่มขึ้นในชั่วโมงที่ 8 และ 9 และในชั่วโมงที่ 9-10 สังเกตว่า ความขุ่นของน้ำมันไม่เปลี่ยนแปลงและผลึกของไขมันมีขนาดคงที่ จึงเลือกใช้เวลาในชั่วโมงที่ 10 นี้เป็นระยะเวลาที่ใช้ในการตกผลึกไขมันวัวที่อุณหภูมิ 40°C ซึ่งที่อุณหภูมิ 30°C ได้รูป ดังนี้

รูปที่ 14 การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 0 ชั่วโมง

รูปที่ 15 การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 0.5 ชั่วโมง



รูปที่ 16 การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง



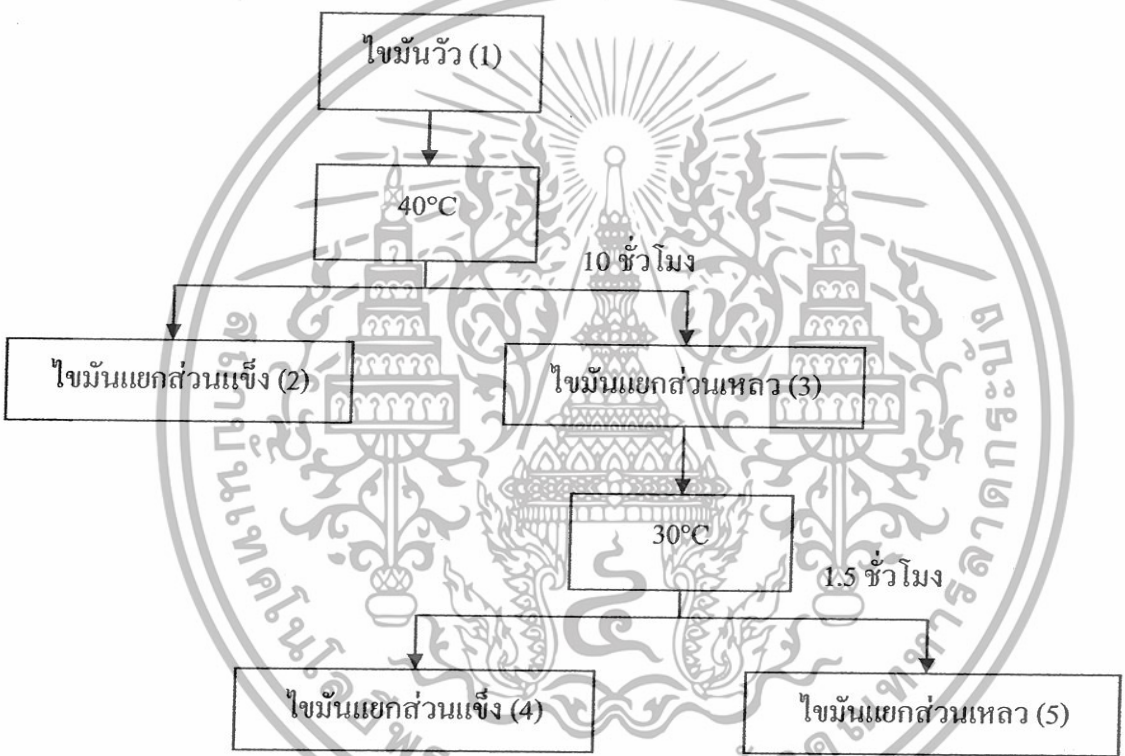
รูปที่ 17 การแยกลำดับส่วนไขมันที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 14-17 การตกผลึกที่ 30°C ชั่วโมงที่ 0 น้ำมันจะขุ่นมาก ในชั่วโมงที่ 0.5 เริ่มมีผลึกเกิดขึ้น ซึ่งขนาดและปริมาณของผลึกจะเพิ่มขึ้นในชั่วโมงที่ 1 และจากการสังเกตพบว่า ความขุ่นและขนาดของผลึกไขมันในชั่วโมงที่ 1-1.5 ไม่แตกต่างกันมากนัก จึงเลือกใช้เวลาในชั่วโมงที่ 1.5 นี้เป็นระยะเวลาที่ใช้ในการตกผลึกไขมันวัวที่อุณหภูมิ 30°C

4.3 การศึกษาวิธีการแยกส่วนไขมันวัวแบบหลายขั้น

วิธีการและขั้นตอนการแยกลำดับส่วนไขมันวัวที่เหมาะสมโดยวิธีการ dry fractionation ที่ได้จากการศึกษา แสดงในรูปที่18



รูปที่ 18 แผนผังแสดงการแยกลำดับส่วนไขมันวัวแบบหลายขั้น

ตารางที่ 6 แสดงเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของไขมันแยกส่วนที่ได้

ปริมาณ	(1) น้ำมันวัวเริ่มต้น	ไขมันแยกส่วน			
		(2) ของแข็งที่ 40°C	(3) ของเหลวที่ 40°C	(4) ของแข็งที่ 30°C	(5) ของเหลวที่ 30°C
(%น้ำหนัก/น้ำหนัก)	100	15.17±0.12	83.93±0.12	35.80±0.97	48.13±0.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 6 พบว่า ปริมาณไขมันแข็งที่แยกส่วนได้นั้นจะมีปริมาณน้อยกว่าไขมันเหลว เนื่องจากกระบวนการนี้เป็นการนำเอาไขมันเหลวที่แยกได้จากการตกผลึกที่อุณหภูมิสูง คือ 40°C มาตกผลึกต่อที่อุณหภูมิที่ต่ำลงมา คือ 30°C ทำให้ไขมันที่มีจุดหลอมเหลวสูงกว่า 40°C ตกผลึกออกไปก่อน ซึ่งอยู่ในส่วนของไขมันแข็งที่ 40°C จากนั้นจึงนำไขมันเหลวมาตกผลึกต่อที่อุณหภูมิ 30°C ทำให้ส่วนของไขมันที่มีจุดหลอมเหลวต่ำกว่า 40°C แต่สูงกว่า 30°C ตกผลึกเป็นไขมันแข็งที่อุณหภูมิ 30°C ซึ่งปริมาณไขมันแข็งที่ได้จากการแยกส่วนซ้ำนี้มีปริมาณที่เพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิที่ทำการตกผลึกนั้นลดลง

4.4 การวิเคราะห์คุณสมบัติของไขมันวัวและไขมันวัวแยกส่วน

4.4.1 คุณสมบัติทางเคมี

นำน้ำมันวัวเริ่มต้น และไขมันวัวแยกส่วน มาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี โดยทำการตรวจสอบปริมาณ Iodine Value, Saponification Value, Free Fatty Acid และ Acid Value ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 คุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันวัวเริ่มต้นและไขมันวัวแยกส่วนที่ได้จากการแยกส่วนแบบหลายขั้น

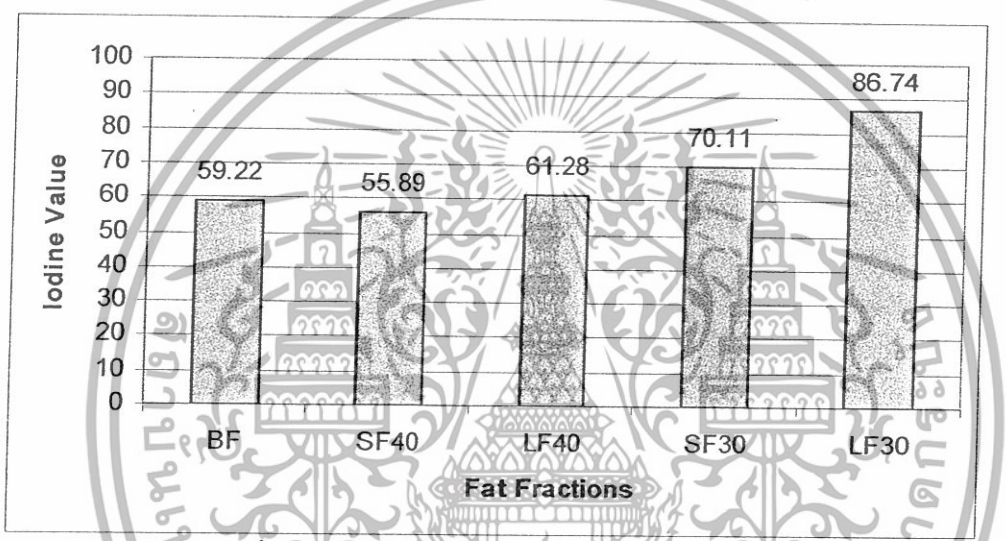
คุณสมบัติ	(1) น้ำมันวัวเริ่มต้น	ไขมันแยกส่วน			
		(2) ของแข็งที่ 40°C	(3) ของเหลวที่ 40°C	(4) ของแข็งที่ 30°C	(5) ของเหลวที่ 30°C
Iodine Value (IV)	59.22±0.24 ^{d}	55.89±0.89 ^{e}	61.28±0.39 ^{c}	70.11±0.12 ^{b}	86.74±0.38 ^{a}
Saponification Value (SV)	218.19±2.94 ^{a}	205.29±2.12 ^{b}	215.22±3.33 ^{a}	211.58±2.82 ^{ab}	208.89±1.16 ^{ab}
Free Fatty Acid (%)	0.925±0.007 ^{a}	0.876±0.005 ^{c}	0.915±0.002 ^{b}	0.876±0.003 ^{c}	0.915±0.005 ^{b}
Acid Value	1.841±0.014 ^{a}	1.742±0.010 ^{c}	1.822±0.003 ^{b}	1.743±0.004 ^{c}	1.821±0.009 ^{b}

หมายเหตุ ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์จำนวน 3 ซ้ำ

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 7 ค่าไอโอดีน บอกถึง ปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีในน้ำมันหรือไขมัน ถ้าค่าไอโอดีนของไขมันมีค่าสูง แสดงว่า ไขมันมีปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวมาก ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษา พบว่า ค่า Iodine Value ของไขมันที่ได้จากการแยกลำดับส่วนแบบหลายขั้นมีแนวโน้มสูงขึ้น แสดงว่า การแยกลำดับส่วนไขมัน มีผลทำให้กรดไขมันไม่อิ่มตัวในไขมันเพิ่มขึ้น และเมื่อนำส่วนของไขมันเหลวที่ 40°C มาตกผลึกซ้ำ ทำให้สามารถเพิ่มปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวให้สูงขึ้นอีก ซึ่งสามารถเห็นได้ชัดเจนในรูปที่ 19 แสดงว่า มีโอกาสที่ไขมันแยกส่วนสามารถเป็นของเหลวที่อุณหภูมิต่ำได้ เพราะจุดหลอมเหลวของไขมันจะลดลง เมื่อกรดไขมันไม่อิ่มตัวในไขมันหรือน้ำมันเพิ่มขึ้น

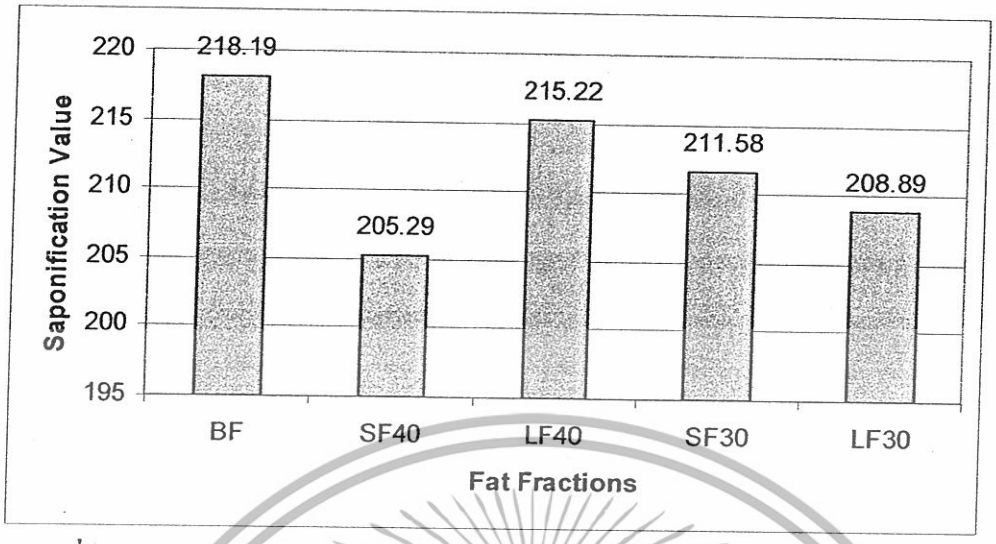


รูปที่ 19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Iodine Value กับไขมันแยกส่วนที่ได้

หมายเหตุ BF = น้ำมันวัวเริ่มต้น, SF40 = ไขมันวัวแยกส่วนแข็งที่ 40°C, LF40 = ไขมันวัวแยกส่วนเหลวที่ 40°C, SF30 = ไขมันวัวแยกส่วนแข็งที่ 30°C, LF 30 = ไขมันวัวแยกส่วนเหลวที่ 30°C

ค่า Saponification Value เป็นค่าที่บอกถึงขนาดหรือน้ำหนักของโมเลกุลของกรดไขมัน ซึ่งค่า Saponification ของไขมันหรือน้ำมัน คือ จำนวนน้ำหนักของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นมิลลิกรัม ที่ใช้ในการซาพอนิไฟด์ (การไฮโดรไลซิสด้วยด่าง) ไขมันหรือน้ำมันจำนวน 1 กรัม ถ้าค่า Saponification สูง แสดงว่า กรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลไตรกลีเซอไรด์มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ หรือมีขนาดของโมเลกุลเล็ก เมื่อนำค่า Saponification จากตารางที่ 7 มาพลอตกราฟ จะได้กราฟดังรูปที่ 20 ซึ่งพบว่า ค่า Saponification ของไขมันแยกส่วนที่ได้ทั้ง 4 ส่วน มีค่าต่ำกว่าน้ำมันวัวเริ่มต้น แสดงว่า ไขมันวัวแยกส่วนทั้ง 4 ส่วนนี้ มีกรดไขมันที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงเป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์

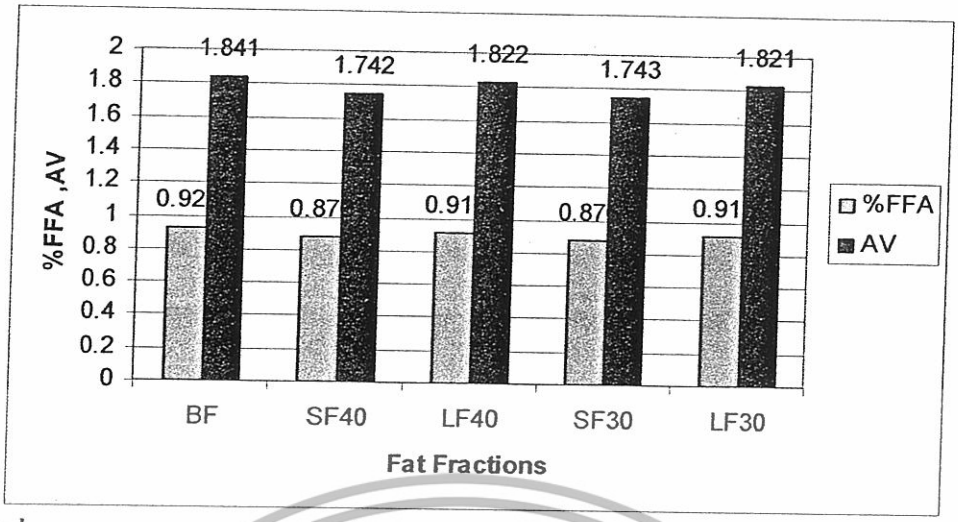
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Saponification Value กับไขมันแยกส่วนที่ได้
หมายเหตุ BF = น้ำมันวัวเริ่มต้น, SF40 = ไขมันวัวแยกส่วนแข็งที่ 40°C,
LF40 = ไขมันวัวแยกส่วนเหลวที่ 40°C, SF30 = ไขมันวัวแยกส่วนแข็ง
ที่ 30°C, LF 30 = ไขมันวัวแยกส่วนเหลวที่ 30°C

ค่า %Free Fatty Acid เป็นค่าที่บอกถึง ปริมาณของกรดไขมันอิสระที่มีอยู่ในไขมันหรือน้ำมัน ซึ่งค่า %Free Fatty Acid หมายถึง เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของปริมาณกรดไขมันอิสระ ในขณะที่ Acid Value หมายถึง น้ำหนัก(มิลลิกรัม) ของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ที่ใช้ในการสะเทินกรดไขมันอิสระในน้ำมัน และสามารถเปลี่ยนค่า %Free Fatty Acid เป็นค่า Acid Value หรือเปลี่ยนค่า Acid Value เป็น %Free Fatty Acid ได้โดยใช้ conversion factor ซึ่งเป็นค่าที่มีความเฉพาะกับกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของไขมันนั้น ซึ่งถ้าค่า%Free Fatty Acid และ Acid Value มีค่าสูง แสดงว่า โมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ถูกสลายตัวเป็นกรดไขมันอิสระมาก ทำให้เกิดกลิ่นหืนได้ง่าย และผลจากการศึกษา พบว่า ค่า %Free Fatty Acid และ Acid Value ของไขมันแยกส่วนทั้ง 4 ส่วน มีค่าน้อยกว่าน้ำมันวัวเริ่มต้น แต่ค่าจะไม่แตกต่างกันมาก ดังแสดงในรูปที่ 21 แสดงว่ากระบวนการแยกส่วนแบบหลายขั้น ที่ใช้อุณหภูมิ ระยะเวลา และการกวนนั้น ไม่มีผลในการเพิ่มปริมาณของกรดไขมันอิสระ แสดงว่า น้ำมันที่ได้แต่ละส่วนนั้นยังมีคุณภาพดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Free Fatty Acid และ Acid Value กับไขมันแยกส่วนที่ได้

หมายเหตุ BF = น้ำมันวัวเริ่มต้น, SF40 = ไขมันวัวแยกส่วนแข็งที่ 40°C, LF40 = ไขมันวัวแยกส่วนเหลวที่ 40°C, SF30 = ไขมันวัวแยกส่วนแข็งที่ 30°C, LF 30 = ไขมันวัวแยกส่วนเหลวที่ 30°C

4.4.2 คุณสมบัติทางกายภาพ

นำน้ำมันวัวเริ่มต้น และไขมันวัวแยกส่วน มาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ โดยตรวจสอบทางด้าน สี และ จุดหลอมเหลว ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันวัวเริ่มต้นและไขมันวัวแยกส่วนที่ได้จากการแยกส่วนแบบหลายขั้น

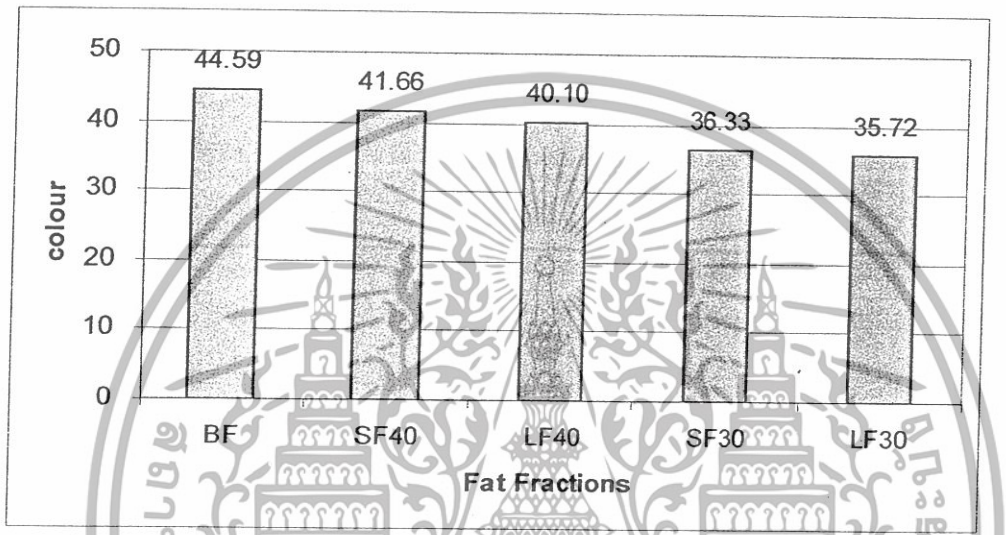
คุณสมบัติ	(1) น้ำมันวัวเริ่มต้น	ไขมันแยกส่วน			
		(2) ของแข็งที่ 40°C	(3) ของเหลวที่ 40°C	(4) ของแข็งที่ 30°C	(5) ของเหลวที่ 30°C
สี	44.59±0.42[a]	41.66±0.43[b]	40.10±0.12[b]	36.33±0.69[c]	35.72±1.00[c]
จุดหลอมเหลว (°C)	43.17±1.01	46.43±0.29	41.65±0.31	44.70±0.42	34.20±0.22

หมายเหตุ ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์จำนวน 3 ซ้ำ

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 8 พบว่า สีที่ได้จากการวัดโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer นั้น มีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อทำการแยกส่วนที่อุณหภูมิที่ต่ำลง แสดงว่า ไขมันวัวแยกส่วนทั้ง 4 ส่วน มีสีลดลงจากไขมันวัวเริ่มต้น สามารถเห็นได้อย่างชัดเจนในรูปที่ 22 ซึ่งสีของน้ำมันหรือไขมันที่เกิดขึ้นนี้ จะขึ้นอยู่กับสารสีที่มีปนอยู่ในวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการสกัดน้ำมัน แสดงว่าน้ำมันที่ได้จากกระบวนการแยกส่วนนี้มีคุณภาพที่ดีกว่าน้ำมันวัวเริ่มต้น เพราะ น้ำมันที่มีสีเหลืองอ่อนจะมีคุณภาพดีกว่าน้ำมันที่มีสีเหลืองเข้ม



รูปที่ 22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า สี กับไขมันแยกส่วนที่ได้

หมายเหตุ BF = น้ำมันวัวเริ่มต้น, SF40 = ไขมันวัวแยกส่วนแข็งที่ 40°C, LF40 = ไขมันวัวแยกส่วนเหลวที่ 40°C, SF30 = ไขมันวัวแยกส่วนแข็งที่ 30°C, LF 30 = ไขมันวัวแยกส่วนเหลวที่ 30°C

Melting point หรือ จุดหลอมเหลว คือ อุณหภูมิที่ทำให้ไขมันเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวจนหมด ซึ่งจุดหลอมเหลวของไขมันและน้ำมันจะสูงหรือต่ำ ขึ้นอยู่กับจุดหลอมเหลวของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุล ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับค่า Saponification Value และ Iodine Value ด้วย คือ จุดหลอมเหลวของกรดไขมันจะเพิ่มขึ้น เมื่อจำนวนคาร์บอนในโมเลกุลของกรดไขมันเพิ่มขึ้น (ค่า Saponification Value ลดลง)และจุดหลอมเหลวของกรดไขมันจะลดลงเมื่อมีจำนวนพันธะคู่ในโมเลกุลของกรดไขมันเพิ่มขึ้น (ค่า Iodine Value สูงขึ้น) หรือ กรดไขมันมีน้ำหนักหรือขนาดโมเลกุลที่ลดลง (ค่า Saponification Value สูงขึ้น) ซึ่งจากผลการศึกษา พบว่าไขมันเหลวที่ได้จากการแยกลำดับส่วนมีจุดหลอมเหลวที่ต่ำกว่าน้ำมันวัวเริ่มต้น เพราะจากข้อมูลในรูปที่ 19 เป็นภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Iodine Value กับไขมันแยกส่วนที่ได้ สามารถสังเกตได้ว่า ค่าIodine Value ของไขมันเหลวแยกส่วนมีค่าเพิ่มขึ้น แสดงว่า ไขมันเหลวแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนมีความไม่อิ่มตัวเพิ่มขึ้น หรือมีจำนวนพันธะคู่ในโมเลกุลของกรดไขมันเพิ่มขึ้น ทำให้จุดหลอมเหลวของไขมันเหลวแยกส่วนนั้นลดลง แต่ไขมันแข็งแยกส่วนจะมีจุดหลอมเหลวที่สูงกว่าน้ำมันวัวเริ่มต้น เพราะจากข้อมูลในรูปที่ 20 เป็นภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Saponification Value กับไขมันแยกส่วนที่ได้ ซึ่งสามารถสังเกตได้ว่า ค่า Saponification Value ของไขมันแข็งแยกส่วนนั้นลดลงจากน้ำมันวัวเริ่มต้น แสดงว่า ไขมันแข็งแยกส่วนมีกรดไขมันที่มีน้ำหนักหรือขนาดโมเลกุลที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้จุดหลอมเหลวของไขมันแข็งแยกส่วนเพิ่มขึ้นด้วย

4.4.3 คุณสมบัติทางประสาทสัมผัส

นำน้ำมันวัวเริ่มต้น ไขมันวัวแยกส่วน และน้ำมันปาล์ม มาวิเคราะห์คุณสมบัติทางประสาทสัมผัส โดยนำมาทอดกับเฟรนช์ฟรายด์ เพื่อทำการตรวจสอบทางด้านประสาทสัมผัส ด้านกลิ่นรสชาติ สี เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ตารางการวิเคราะห์ผลทางประสาทสัมผัสของเฟรนช์ฟรายด์ทอดด้วย น้ำมันปาล์ม (control) น้ำมันวัวเริ่มต้น และไขมันวัวแยกส่วน

ปัจจัย	น้ำมันปาล์ม	น้ำมันวัวเริ่มต้น	ไขมันแยกส่วนแข็งที่ 40°c	ไขมันแยกส่วนเหลวที่ 40°c	ไขมันแยกส่วนแข็งที่ 30°c	ไขมันแยกส่วนเหลวที่ 30°c
กลิ่น	3.30 ± 0.93^{ab}	2.50 ± 0.83^{c}	2.77 ± 0.95^{c}	3.13 ± 0.87^{b}	3.38 ± 0.88^{ab}	3.58 ± 0.94^{a}
รสชาติ	3.33 ± 0.88^{a}	2.70 ± 0.67^{d}	2.90 ± 0.84^{cd}	3.05 ± 0.79^{bc}	3.22 ± 1.08^{ab}	3.45 ± 1.00^{a}
สี	3.45 ± 0.72^{a}	3.37 ± 0.61^{a}	3.28 ± 0.67^{a}	3.53 ± 0.72^{a}	3.33 ± 0.73^{a}	3.53 ± 0.75^{a}
เนื้อสัมผัส	3.17 ± 0.69^{ab}	2.90 ± 0.66^{cd}	2.73 ± 0.71^{d}	2.98 ± 0.65^{bc}	3.28 ± 0.74^{a}	3.35 ± 0.84^{a}
ความชอบรวม	3.22 ± 0.49^{ab}	2.92 ± 0.67^{cd}	2.78 ± 0.64^{d}	3.03 ± 0.71^{bc}	3.30 ± 0.70^{a}	3.43 ± 0.960^{a}

หมายเหตุ ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์จำนวน 2 ซ้ำ

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น95%

จากตารางที่ 9 พบว่า ผู้ทดสอบชอบสีของเฟรนช์ฟรายด์ที่ทอดด้วยน้ำมันแต่ละส่วนเท่ากัน ซึ่งผู้ทดสอบชอบกลิ่นรส รสชาติ และเนื้อสัมผัสของเฟรนช์ฟรายด์ที่ทอดด้วยไขมันแยกส่วนที่ 30°C ทั้งของแข็งและของเหลว มากกว่า เฟรนช์ฟรายด์ที่ทอดด้วยน้ำมันวัวเริ่มต้น และไขมันแยกส่วนที่ 40°C ทั้งของแข็งและของเหลว และจะไม่แตกต่างจาก เฟรนช์ฟรายด์ที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์ม ที่เป็นตัวควบคุม ซึ่งในส่วนของคะแนนความชอบรวมนั้น เฟรนช์ฟรายด์ที่ทอดด้วยไขมันแยกส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ 30°C ทั้งของแข็งและของเหลว มีคะแนนความชอบรวมมากกว่า เฟรนช์ฟรายด์ที่ทอดด้วยน้ำมันวัวเริ่มต้น และไขมันแยกส่วนที่ 40°C ทั้งของแข็งและของเหลว และไม่แตกต่างจาก เฟรนช์ฟรายด์ที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์มที่เป็นตัวควบคุม แสดงว่า มีความเป็นไปได้ที่จะสามารถใช้ไขมันวัวแยกส่วนในการปรุง – ทอดอาหาร แทนไขมันหรือน้ำมันที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

น้ำมันที่สกัดได้จากไขมันวัวโดยวิธีการเจียวแบบแห้ง ได้ปริมาณเท่ากับ 61.93±1.40% (%w/w) ซึ่งการแยกลำดับส่วนไขมันวัวแบบหลายขั้น จะใช้สภาวะในการตกผลึกไขมันวัวที่อุณหภูมิ 40°C และ 30°C ความเร็วในการกวน 10 รอบต่อนาที โดยใช้เวลาในการตกผลึก คือ 10 ชั่วโมง และ 1.5 ชั่วโมง ตามลำดับ สามารถแยกลำดับส่วนไขมันได้ทั้งหมด 4 ส่วน และมีปริมาณของไขมันแต่ละส่วน ดังนี้ ไขมันแยกส่วนแข็งที่อุณหภูมิ 40°C 15.17±0.12% ไขมันแยกส่วนเหลวที่อุณหภูมิ 40°C 83.93±0.12% และจากไขมันแยกส่วนเหลวที่อุณหภูมิ 40°C นำมาแยกลำดับส่วนต่อได้ ไขมันแยกส่วนแข็งที่อุณหภูมิ 30°C 35.80±0.97% และไขมันแยกส่วนเหลวที่อุณหภูมิ 30°C 48.13±0.85% จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันวัวเริ่มต้นและไขมันวัวแยกส่วนที่ได้ พบว่า การแยกลำดับส่วนจากอุณหภูมิ 40 °C ไปเป็น 30 °C สามารถเพิ่มปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในไขมันแยกส่วนได้ ขนาดโมเลกุลของกรดไขมันในไขมันแยกส่วนจะสูงกว่าน้ำมันวัวเริ่มต้น %Free Fatty Acid และ Acid Value ของไขมันแยกส่วนทั้ง 4 ส่วน มีค่าน้อยกว่าน้ำมันวัวเริ่มต้น แต่มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก โดย%Free Fatty Acid ของน้ำมันวัวเริ่มต้น เท่ากับ 0.925±0.007 ส่วน%Free Fatty Acid ของไขมันแยกส่วนทั้ง 4 ส่วน อยู่ในช่วง 0.876-0.915±0.005 จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันวัวเริ่มต้นและไขมันวัวแยกส่วนที่ได้ พบว่า สีของไขมันแยกส่วนที่ได้ มีสีอ่อนลงกว่าน้ำมันวัวเริ่มต้น โดยไขมันที่แยกออกมาได้ที่อุณหภูมิเดียวกัน สีจะไม่แตกต่างกัน จุดหลอมเหลวของไขมันแยกส่วนเหลวลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันวัวเริ่มต้น และจากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของ เฟรนช์ฟรายด์ที่ทอดด้วยน้ำมันวัวเริ่มต้นและไขมันวัวแยกส่วนที่ได้ พบว่า เฟรนช์ฟรายด์ที่ทอดด้วยไขมันแยกส่วนที่ 30°C ทั้งของแข็งและของเหลว มีคะแนนของทุกปัจจัยที่ไม่แตกต่างจาก เฟรนช์ฟรายด์ที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์มที่เป็นตัวควบคุม

การแยกลำดับส่วนไขมันวัว ทำให้ไขมันแต่ละส่วนที่แยกได้มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน จากผลการศึกษา สามารถเห็นได้ว่า มีความเป็นไปได้ที่จะนำไขมันวัวแยกส่วนไปเป็นส่วนประกอบในการประกอบอาหาร และในการเลือกเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ควรเลือกให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของน้ำมันนั้นๆ ซึ่งการแยกลำดับส่วนไขมันนี้เป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงคุณลักษณะของไขมันวัว เพื่อที่จะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น ทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับไขมันวัวอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2547. โครงการส่งเสริมการพัฒนาระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม. [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.diw.go.th/EMS for SMEs website/home1.htm

กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ กรมปศุสัตว์. 2546. การเลี้ยงโคเนื้อเชิงธุรกิจ. [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.dld.go.th/lcta_tak/bbeef.htm

เกสร พะลัง. 2539. เคมีอินทรีย์เบื่องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. วิทยาศาสตร์การอาหารของน้ำมันและไขมัน. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,เชียงใหม่.

รุ่งโรจน์ พุ่มพวง และ อธิกร รุ่งสิริวิทูร. 2546. การแยกลำดับส่วนและคุณลักษณะของน้ำมันไก่. ปัญหาพิเศษ. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วรชัย มาตังคสมบัติ และ วัลยา พรทิพย์วิวัฒน์. 2546. การแยกลำดับส่วนของไขมันหมูด้วยวิธีทางกายภาพและคุณสมบัติของไขมันหมูแยกส่วน. ปัญหาพิเศษ. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศลินา แสงทอง. 2548. ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของไขมันไก่ที่ได้จากการแยกส่วนด้วยอุณหภูมิต่ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

AOCS. 1999. Official Method and Recommended Practices. 5th ed. Illinois : Champaign AOCS Press

Andrikopoulos, N.K. 2002. Chromatographic and Spectroscopic Methods in the Analysis of Triglycerol Species and Regiospecific Isomers of Oil and Fats. Critical Review in Food Science and Nutrition. 42(5) : 473-505.

Bussey, D.M., Ryan, T.C., Gay, J.I., and Zabik, M.E. 1981. Fractionation and Characterization of Edible Tallow. Journal of Food Science. 46 : 526-530.

Chiu, C.M., Luiz, A.G. and Victor, S.S. 2002. Characterization Fractionation and Utilization of The Abdominal Chicken Fat. [Online]. Available: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9133/tde-16042002-160222

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Deffense, E. 1993. Milk Fat Fractionation Today : A Review. Journal of the American Oil Chemists'Society. 70(12) : 1193-1201.

Defouw,C.L., Zabik, M.E., and Gray, J.I. 1981. Fractionated Edible Beef tallow as A Deep-Fat Frying Medium for French Fries. Journal of Food Science. 46 : 452-456.

Fatouh, A.E., Singh, R.K., Koehler, P.E., Mahran, G.A., El-Ghandour, M.A. and Metwally, A.E. 2003. Chemical and Thermal Characteristics of Buffalo Butter Oil Fractions obtained by Multi-step Dry Fractionation. Lebensm.-Wiss.u.-Technol. 36 : 483-496.

Fatouh, A.E., Singh, R.K., Koehler, P.E., Mahran, G.A. and Metwally, A.E. 2005. Physical, Chemical and Stability Properties of Buffalo Butter Oil Fractions Obtained by Multi-step Dry Fractionation. Food Chemistry. 89 : 243-252.

Ghotra, B.S., Dyal, S.D. and Narine, S.S. 2002. Lipid shortenings : A review. Food Research international. 35 : 1015-1048.

Hamm, W. 1995. Trends in Edible Oil Fractionation. Trend in Food Science & Technology. 6(April) : 121-126.

Kaylegian, K.E. and Lindsay, R.C. 1992. Performance of selected milk fat fractions in cold-spread butter. Journal of Dairy Science. 75(12) : 3307-3317

Kaylegian, K.E., Hartel, R.W. and Lindsay, R.C. 1993. Application of Modified Milk Fat in Food Products. Journal of Dairy Science. 76(6) : 1782-1796.

Kaylegian, K.E. and Lindsay, R.C. 1994. Handbook of Milkfat Fractionation Technology and Application. Illinois : AOCS press. pp : 662

Kiyotaka, S. 2000. Crytallization Behavior of Fats and Lipid-A review. ChemicalEngineering Science. 56 : 2255-2265

O'Shea, M., Rosaleen, D., Fergal, L. and Kieran, K. 2000. Enrichment of The Conjugated Linoleic Acid Content of Bovine Milk Fat by Dry Fractionation. International Dairy Journal. 10 : 289-294.

Rajah, K.K. and Moran, D.P.J. 1994. Fat Praducts Using Fractionation and Hydrogenation : Fats in Food Products. Glasgow : Blackie Academic and Professional. pp : 277-313

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

1. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

1.1 วิเคราะห์ Iodine Value : Cyclohexane-Acetic acid Method (AOCS Method Cd 1-25, 1999)

ค่าไอโอดีนบอกถึงปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีในน้ำหรือไขมัน เป็นจำนวนมิลลิกรัมไอโอดีนที่ดูดซับต่อหนึ่งกรัมตัวอย่าง ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น คือ iodine monochloride ทำปฏิกิริยากับพันธะคู่ของไขมัน ซึ่ง iodine monochloride ที่มากเกินพอถูกรีดิวซ์เป็น I_2 โดย KI จากนั้นทำการวัดปริมาณ I_2 โดยทำการไทเทรตกับ $Na_2S_2O_3$ (วิธีวิเคราะห์นี้เหมาะสมกับน้ำมันที่มีค่า iodine value อยู่ในช่วง 18-165)

อุปกรณ์

1. Erlenmeyer flask 500 mL พร้อมจุกปิด
2. Burette 50 mL
3. Pipette 25 mL, 10 mL, 5 mL, 1 mL
4. น้ำกลั่น

สารเคมี

1. Wijs solution

หมายเหตุ ใส่ขวดสีชา ในที่มืด ที่อุณหภูมิ ไม่เกิน 20-30°C

2. 10% KI

ชั่ง KI 25 กรัม ทำการปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 250 mL โดยขวดวัดปริมาตร

หมายเหตุ สารละลาย KI ควรเก็บใส่ขวดสีชา ห่อด้วย Foil เก็บในที่มืดและเย็น ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลไม่ควรนำมาใช้

3. Cyclohexane-Acetic acid solution 1:1 by volume

เตรียม 500 mL

หมายเหตุ สารละลายต้องไม่มีสารที่ oxidized สามารถทำการทดสอบได้โดย เติม sat. $K_2Cr_2O_7$ 1 mL และ H_2SO_4 1 mL ลงในสารละลายตัวอย่าง 10 mL ต้องไม่มีสีเขียวเกิดขึ้น

4. 0.1 N $Na_2S_2O_3$

ชั่ง $Na_2S_2O_3.5H_2O$ 24.82 กรัม ละลายน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ได้ 1 mL โดยขวดวัดปริมาตร นำมา standardization ให้ได้ความเข้มข้นที่แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Standardization 0.1 N $Na_2S_2O_3$

- ชั่ง $K_2Cr_2O_7$ ที่อบแห้งแล้วที่อุณหภูมิ 110°C 0.16-0.22 ใน flask 500 mL
- เติมน้ำกลั่น 25 mL
- เติม conc. HCl 5 mL เขย่า
- เติม 10 % KI 20 mL เขย่าตั้งทิ้งไว้ 5 นาที เติมน้ำกลั่น 100 mL
- ไทเทรตกับสารละลาย $Na_2S_2O_3$ 0.1 N จนได้สารสีเหลืองอ่อน เติมน้ำแป้ง 1 mL ไทเทรตต่อจนสีน้ำเงินจางหายไป

คำนวณหาความเข้มข้นที่แน่นอนของ 0.1 N $Na_2S_2O_3$

$$\text{Normality of } Na_2S_2O_3 = \frac{\text{wt of } K_2Cr_2O_7 \times 1000}{\text{ml of } Na_2S_2O_3 \times 49.032}$$

5. น้ำแป้ง 1 %

ชั่ง soluble starch 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 80 mL ปิดฝานำไปตั้งบน hot stirer จนสารละลายใส เติมน้ำกลั่นที่เหลืออีก 20 mL เก็บที่ 4°C

<u>การเตรียมตัวอย่างน้ำมัน</u>

หลอมตัวอย่าง โดยใช้อุณหภูมิไม่เกินจุดหลอมเหลว 10°C กรองผ่านกระดาษกรองเพื่อกำจัดสิ่งปลอมปนและน้ำ อาจใช้การกรองตัวอย่างใน ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80-85°C ใช้เวลากรองไม่เกิน 5 นาที อุณหภูมิตัวอย่างขณะชั่งควรอยู่ประมาณ 68-71°C

<u>วิธีการวิเคราะห์</u>

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง ตามช่วง iodine value ตามตารางที่ 1ก

ตารางที่ 1ก น้ำหนักตัวอย่างน้ำมันในการวิเคราะห์ Iodine value

Iodine Value expected	น้ำหนัก (กรัม)
<5	3.000
5-10	1.000
21-50	0.400
51-100	0.200
101-150	0.130
151-200	0.100

2. เติม 15 mL Cyclohexane-Acetic acid solution (1:1) เขย่าตัวอย่างให้ละลาย
3. เติม 25 mL Wijs solution ด้วย pipette เขย่าเก็บในที่มืดทันที นาน 1 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เติม 20 mL 10% KI แล้วเติมน้ำกลั่น 100 mL เขย่า (ต้องทำเสร็จภายในเวลา 3 นาที)
5. ไทเทรตด้วย 0.1 N $Na_2S_2O_3$ จนมีสีเหลืองอ่อน เติมน้ำแป้ง 1 mL ไทเทรตต่อจนสีน้ำเงินจางหายไป (ใช้เวลาไทเทรตไม่เกิน 30 นาที)

การคำนวณค่า iodine value

$$\text{Iodine value} = \frac{(B-S) \times N \times 12.69}{\text{wt of sample}}$$

หมายเหตุ B = ปริมาตร (mL) $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ไทเทรต blank

S = ปริมาตร (mL)$Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ไทเทรตตัวอย่าง

N = ความเข้มข้นของ $Na_2S_2O_3$ (normal)

1.2 วิเคราะห์ Saponification Value (AOCS Method Cd 3-25, 1999)

Saponification Value มีความหมายถึงปริมาณของด่างที่ใช้ในการ sponify น้ำมัน แสดงผลเป็น มิลลิกรัมของ potassium hydroxide (KOH) ต่อกรัมของตัวอย่าง หลักการใช้ Alcoholic KOH ที่มากเกินพอ ทำปฏิกิริยา saponification กับไตรกลีเซอไรด์ ส่วนของ KOH ที่ไม่ได้ทำปฏิกิริยาจะถูกไทเทรตกับสารละลายมาตราฐาน hydrochloric acid(HCl) โดยใช้ phenolphthalein เป็น indicator ซึ่งปริมาณด่างที่ใช้ทำปฏิกิกรอยามีความสัมพันธ์กับความยาวของสายโซ่ของกรดไขมันที่อยู่บนโครงสร้างของกลีเซอรอล โดยค่า Saponification สูง แสดงว่ากรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลไตรกลีเซอไรด์มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำมาก หรือมีสายโซ่สั้น จึงมีจำนวนโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ต่อหน่วยน้ำหนักมาก ทำให้ต้องใช้ปริมาณด่างเป็นจำนวนมากในการทำปฏิกิริยา

อุปกรณ์

1. Erlenmeyer joint flasks 250 mL
2. Air condensers (65 cm. long)
3. Water bath
4. Burett

สารเคมี

1. Alcoholic potassium hydroxide
2. 1%phenolphthalein in 95% ethanol

ชั่ง phenolphthalein 1g ละลายใน 100 mL ethanol โดยแบ่ง ethanol 50 mL ใช้ละลาย phenolphthalein ก่อน แล้วจึงเติมอีก 20 mL จนละลาย แล้วเติมที่เหลือ ทำการละลายใน volume flask

3. 0.5N HCl

การเตรียมตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอมเหลวตัวอย่าง กรองผ่านกระดาษกรองเพื่อกำจัดสิ่งแปลกปลอมและน้ำ

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำหนักน้ำมัน 4-5 g
2. ปิเปต Alcoholic KOH 50 mL reflex ที่ 75-80°C นาน 1 ชั่วโมง
3. ทำให้เย็นลงก่อนการไทเทรต กับ 0.5N HCl โดยใช้ phenolphthalein เป็นอินดิเคเตอร์ จนได้สีชมพูซึ่งสียังคงทนนาน 15-30 วินาที จดปริมาตรของ HCl ที่ใช้

การคำนวณ

$$\text{Saponification Value} = \frac{(\text{ml. HCl for blank- HCl for sample}) \times \text{N HCl} \times 56.1}{\text{Sample wt. (g)}}$$

1.3 วิเคราะห์ Free Fatty Acid (AOCS Method Ca 5a-40,1999)

วิธีนี้วัดปริมาณ free acid groups ที่อยู่ในไขมัน/น้ำมัน เป็นค่าที่สะท้อนถึง totel acidity (Acid Value ; AV) หรือสะท้อนถึงระดับของ fatty acids ที่อิสระ FFA หมายถึงเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของ free acid groups ขณะที่ AV หมายถึงน้ำหนัก (มิลลิกรัม) ของ potassium hydroxide ที่ใช้ในการสะเทิน free acid groups ในน้ำมัน สามารถเปลี่ยนค่า FFA ไปเป็นค่า AV หรือตรงกันข้ามได้โดย conversion factor ที่ใช้จะมีความเฉพาะกับ single fatty acids สำหรับ Oleic acid นั้น สามารถเขียนค่าความสัมพันธ์ของค่าทั้ง 2 ได้ดังนี้

$$\%\text{FFA (Olcic)} \times 1.99 = \text{AV}$$

อุปกรณ์

1. Burette
2. Erlenmeyer flask 500 ml
3. Pipette 1 ml, 50 ml

สารเคมี

1. Neutralized alcohol

นำ 95% ethanol มาทำให้เป็นกลางโดยไทเทรตกับ 0.1 N NaOH จนได้สารละลายสีชมพูจางๆ โดยมี phenolphthalein เป็นอินดิเคเตอร์

2. 0.1 N NaOH

ชั่ง NaOH 4 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 1000 ml นำมา standardization ให้ได้ความเข้มข้นที่แน่นอน

Standardization NaOH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เตรียมสารละลายปฐมภูมิ KHP (potassium hydrogen phthalate, $C_8H_5KO_4$: มวลโมเลกุล 204.2) ชั่ง KHP ที่อบแห้งแล้ว (ที่อุณหภูมิ 120°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง) 2.042 กรัม นำมาละลายในน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 100 ml คำนวณหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย KHP

$$[KHP] = \frac{\text{wt g}}{100\ \text{ml}} \times \frac{1\ \text{meq}}{204.2\ \text{mg}} \times \frac{1000\ \text{mg}}{1\ \text{g}}$$

- ปิเปต 0.1 N KHP 20 ml ใส่ flask
- เติม phenolphthalein 2 ml
- ไทเทรตกับ NaOH ที่ต้องการทราบความเข้มข้นจนได้สารละลายสีชมพูจางๆ
- คำนวณหาความเข้มข้นที่แน่นอน

3. 1% phenolphthalein in 95% ethanol

ชั่ง phenolphthalein 1 กรัม ละลายใน ethanol 100 ml โดยแบ่ง ethanol 50 ml ใช้สารละลาย phenolphthalein ก่อนแล้วจึงเติมอีก 20 ml จนละลายแล้วเติมที่เหลือ

<u>การเตรียมตัวอย่าง</u>

หลอมเหลวตัวอย่าง โดยที่ไม่ให้อุณหภูมิในการหลอมเหลวเกินจุดหลอมเหลว 10°C

<u>วิธีการวิเคราะห์</u>

1. ชั่งตัวอย่างตามช่วง free fatty acid ในตารางที่ 2ก

<u>ตารางที่ 2ก</u> ปริมาณตัวอย่างและความเข้มข้นของสารละลายด่างสำหรับการวิเคราะห์กรดไขมันอิสระ (Free fatty acid)

FFA range	Sample (g)	alcohol (ml)	Strength of alkali
0.00-0.2	56.4	50	0.1 N
0.2-1.0	28.2	50	0.1 N
1.0-30.0	7.05	75	0.25 N
30.0-50.0	7.05	100	0.25 N or 1.0 N
50.0-100	3.525	100	1.0N

2. เติม neutralized alcohol 50 ml และเติม phenolphthalein 2 ml
3. ไทเทรตด้วย 0.1 N NaOH จนปรากฏสีชมพูจางๆนาน 30 วินาที

<u>การคำนวณ</u>

คำนวณในรูป oleic acid

$$\%FFA\ as\ oleic = \frac{\text{ml of alkali} \times N \times 28.2}{\text{wt of sample}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ N = ความเข้มข้นของด่าง

2. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

2.1 Melting point by capillary tube (AOCS Method Cc 1-25, 1999)

อุปกรณ์

1. Capillary glass tube : เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร
2. เทอร์โมมิเตอร์
3. Stand เหล็ก
4. Beaker ขนาด 600 mL
5. Hot stirrer , magnetic bar

การเตรียมตัวอย่าง

หลอมเหลวตัวอย่างน้ำมัน และกรองเพื่อกำจัดสิ่งปลอมปน และตัวย่างต้องปราศจากน้ำ

วิธีการวิเคราะห์

1. บรรจุตัวอย่างที่หลอมเหลวแล้วลงใน capillary tube โดยจุ่มปลายหลอด Capillary Tube ที่สะอาดในน้ำมันที่หลอมแล้ว จนระดับน้ำมันมีความสูง 10 มิลลิเมตร จากนั้นนำหลอด Capillary Tube ลนไฟเพื่อปิดปลายหลอดทั้ง 2 ด้าน ระวังไม่ให้น้ำมันไหม้ไฟ
2. แช่ capillary tube ที่บรรจุตัวอย่างในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 16 ชั่วโมงหรือข้ามคืน
3. ผูกหลอดติดกับเทอร์โมมิเตอร์โดยให้ตำแหน่งตัวอย่างอยู่ติดกับกระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์
4. วางเทอร์โมมิเตอร์ ที่ผูกติดกับ capillary tube ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 mL ที่ใส่น้ำกลั่น 300 mL โดยให้จุ่มเทอร์โมมิเตอร์จนระดับตัวอย่างทั้งหมดจมอยู่ในน้ำกลั่น
5. ให้ความร้อนโดยเริ่มที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดหลอมเหลวของตัวอย่าง 8-10°C ค่อยๆเพิ่มความร้อนด้วยอัตรา 0.5°C / นาที พร้อมกวนด้วยความเร็วต่ำ
6. อ่านอุณหภูมิที่ตัวอย่างหลอมเหลวจนในทั้งหมด

2.2 Color by photometric method (AOCS Method Cc 13c – 50)

อุปกรณ์

1. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์(Spectrophotometer)
2. คิวเวตแก้ว
3. กระดาษกรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเคมี

1. สารละลายเมทธิลีนคลอไรด์(Methylene chloride)

2. สารละลายนิกเกิลซัลเฟต (Nickel sulfate solution)

3. สารละลายไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid)

4. Diatomaceous earth

การ Calibration เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์(Spectrophotometer)

1.เปิดเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์เพื่ออุ่นเครื่องเป็นเวลาประมาณ 15 นาที

2. ปรับให้เครื่องอ่านค่าเป็นศูนย์

3. ปรับไปที่ความยาวคลื่น 460 นาโนเมตร ปรับให้เครื่องอ่านค่าเป็นศูนย์ แล้วใส่คิวเวตที่มีสารละลายเมทธิลีนคลอไรด์ และเซตให้ transmittance เป็น 100%

4. ใส่คิวเวตที่มีสารละลายนิกเกิลซัลเฟต และวัด transmittance ของสารละลาย ค่าควรอยู่ในช่วง 24.2 – 28.2 %

5. ปรับไปที่ความยาวคลื่น 550 นาโนเมตร และวัด transmittance ของสารละลายนิกเกิลซัลเฟต ค่าควรอยู่ในช่วง 53.8 – 55.8 % และทำเช่นเดียวกันกับความยาวคลื่นอื่นๆ ดังตารางที่ 3ก

ตารางที่ 3ก การ Calibration เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

นาโนเมตร	Transmittance
400	< 4.0%
460	26.2 + 2.0%
510	73.9 + 1.0%
550	54.8 + 1.0%
620	5.2 + 0.5%
670	1.1 + 0.5%
700	< 2.0%

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างน้ำมัน 300 กรัม เติม Diatomaceous earth 0.5 กรัม

2. กวนให้เข้ากันเป็นเวลา 2.5 นาที

3. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ โดยวัดความยาวคลื่นที่ 460 ,550 ,620 และ 670 นาโนเมตร ซึ่งค่าที่ได้ควรใกล้เคียง 0.001

4. คำนวณค่าสี

$$\text{Photometric color index} = 1.29(A_{460}) + 69.7(A_{550}) + 41.2(A_{620}) - 56.4(A_{670})$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของเฟรนช์ฟรายด์

แบบ Hedonic Scale

ชุดที่.....

วันที่.....

ชื่อ.....

การพิจารณาทางด้านกลิ่นรส เนื้อสัมผัส รสชาติ สี และความชอบโดยรวม แบ่งคะแนนตามความชอบออกเป็น 5 ระดับ คือ

1 ไม่ชอบมาก

2 ไม่ชอบ

3 เฉยๆ

4 ชอบ

5 ชอบมาก

ในระหว่างการทดสอบแต่ละตัวอย่าง ใช้น้ำล้างปากเพื่อป้องกันการสับสนระหว่างตัวอย่าง

คุณลักษณะที่ทดสอบ	รหัสตัวอย่าง					
กลิ่นรส						
รสชาติ						
สี						
เนื้อสัมผัส						
ความชอบโดยรวม						

ข้อเสนอแนะ

.....

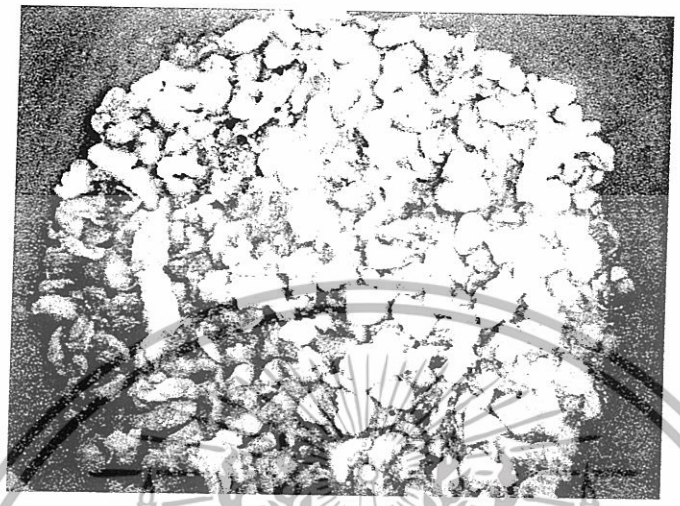
.....

.....

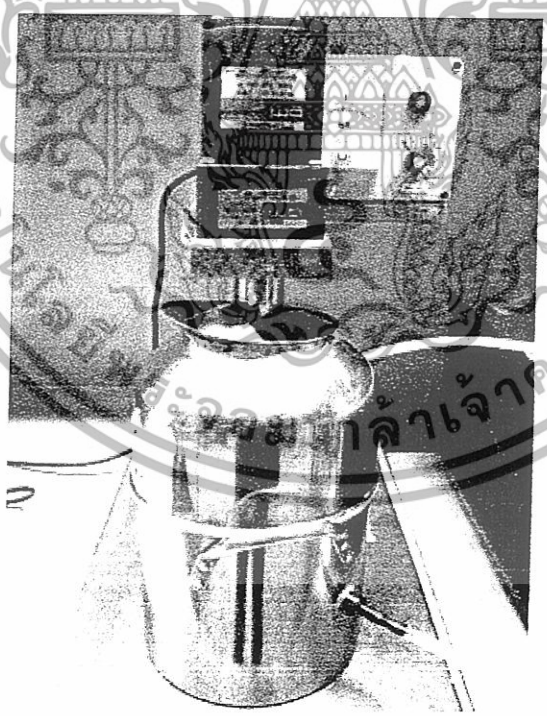
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

ภาพการทดลอง

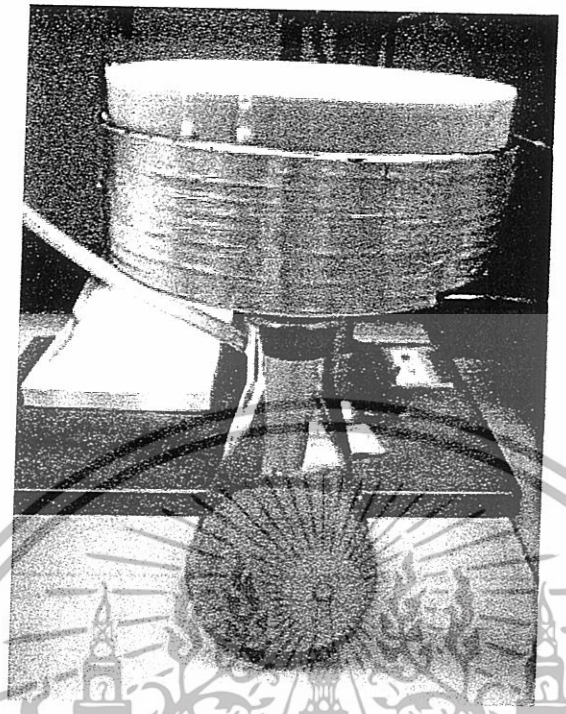


รูปที่ 1ค การเจียวไขมันวัวแบบแห้ง



รูปที่ 2ค การแยกลำดับส่วนไขมันวัว

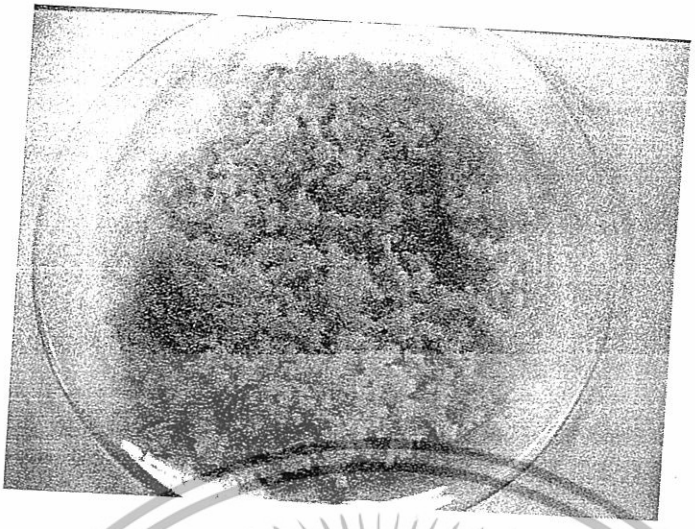
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3ค การกรองผลึก

รูปที่ 4ค น้ำมันวัวเริ่มต้น

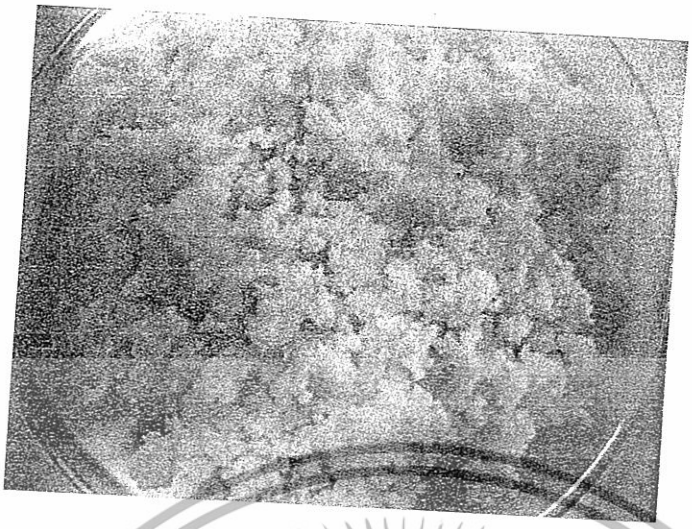
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5ค ไขมันแยกส่วนแข็งที่อุณหภูมิ 40°C

รูปที่ 6ค ไขมันแยกส่วนเหลวที่อุณหภูมิ 40°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7ค ไขมันแยกส่วนแข็งที่อุณหภูมิ 30°C

รูปที่ 8ค ไขมันแยกส่วนเหลวที่อุณหภูมิ 30°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ 1ง การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของค่า Iodine Value ของน้ำมันวัวเริ่มต้นและไขมันแยกส่วนทั้ง 4 ส่วนที่ได้

ANOVA

IV

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1846.668	4	461.667	1994.644	.000
Within Groups	2.315	10	.231		
Total	1848.983	14			

ตารางที่ 2ง การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของค่า Saponification Value ของน้ำมันวัวเริ่มต้นและไขมันแยกส่วนทั้ง 4 ส่วนที่ได้

ANOVA

SAPON

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	310.068	4	77.517	11.593	.001
Within Groups	66.868	10	6.687		
Total	376.936	14			

ตารางที่ 3ง การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของค่า %Free Fatty Acid ของน้ำมันวัวเริ่มต้นและไขมันแยกส่วนทั้ง 4 ส่วนที่ได้

ANOVA

FFA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.007	4	.002	83.635	.000
Within Groups	.000	10	.000		
Total	.007	14			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4ง การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของค่า Acid Value ของน้ำมันวัวเริ่มต้นและไขมันแยกส่วนทั้ง 4 ส่วนที่ได้

ANOVA

AV

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.027	4	.007	85.842	.000
Within Groups	.001	10	.000		
Total	.028	14			

ตารางที่ 5ง การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของสีของน้ำมันวัวเริ่มต้นและไขมันแยกส่วนทั้ง 4 ส่วนที่ได้

ANOVA

COLOUR

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	165.344	4	41.336	112.139	.000
Within Groups	3.686	10	.369		
Total	169.030	14			

ตารางที่ 6ง การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของกลิ่นเฟรนช์ฟรายด์ที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์ม น้ำมันวัวเริ่มต้น และไขมันแยกส่วนทั้ง 4 ส่วน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: กลิ่น

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	212.556[a]	179	1.187	1.710	.000
Intercept	3484.444	1	3484.444	5017.600	.000
ทรีทเมน * ผู้ชิม	163.033	174	.937	1.349	.023
ทรีทเมน	49.522	5	9.904	14.262	.000
Error	125.000	180	.694		
Total	3822.000	360			
Corrected Total	337.556	359			

a. R Squared = .630 (Adjusted R Squared = .261)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7ง การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของรสชาติเฟรนช์ฟรายด์ที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์ม น้ำมันวัวเริ่มต้น และไขมันแยกส่วนทั้ง 4 ส่วน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: รสชาติ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	213.275[a]	179	1.191	2.451	.000
Intercept	3478.225	1	3478.225	7155.206	.000
ทรีทเมน * ผู้ชิม	189.717	174	1.090	2.243	.000
ทรีทเมน	23.558	5	4.712	9.693	.000
Error	87.500	180	.486		
Total	3779.000	360			
Corrected Total	300.775	359			

a. R Squared = .709 (Adjusted R Squared = .420)

ตารางที่ 8ง การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของสีเฟรนช์ฟรายด์ที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์ม น้ำมันวัวเริ่มต้น และไขมันแยกส่วนทั้ง 4 ส่วน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: สี

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	107.500[a]	179	.601	1.544	.002
Intercept	4202.500	1	4202.500	10806.43	.000
ทรีทเมน * ผู้ชิม	104.167	174	.599	1.539	.002
ทรีทเมน	3.333	5	.667	1.714	.133
Error	70.000	180	.389		
Total	4380.000	360			
Corrected Total	177.500	359			

a. R Squared = .606 (Adjusted R Squared = .213)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9ง การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของเนื้อสัมผัสเฟรนช์ฟรายด์ที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์ม น้ำมันวัวเริ่มต้น และไขมันแยกส่วนทั้ง 4 ส่วน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: เนื้อ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	139.764[a]	179	.781	2.362	.000
Intercept	3391.736	1	3391.736	10260.71	.000
ทรีทเมน * ผู้ชิม	122.783	174	.706	2.135	.000
ทรีทเมน	16.981	5	3.396	10.274	.000
Error	59.500	180	.331		
Total	3591.000	360			
Corrected Total	199.264	359			

a. R Squared = .701 (Adjusted R Squared = .404)

ตารางที่ 10ง การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของความชอบรวมของเฟรนช์ฟรายด์ที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์ม น้ำมันวัวเริ่มต้น และไขมันแยกส่วนทั้ง 4 ส่วน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ชอบรวม

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	128.831[a]	179	.720	1.919	.000
Intercept	3490.669	1	3490.669	9308.452	.000
ทรีทเมน * ผู้ชิม	110.717	174	.636	1.697	.000
ทรีทเมน	18.114	5	3.623	9.661	.000
Error	67.500	180	.375		
Total	3687.000	360			
Corrected Total	196.331	359			

a. R Squared = .656 (Adjusted R Squared = .314)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาว พุทธิชา หิรัญอดิศวร เกิดเมื่อวันที่ 24 พฤษภาคม พ.ศ. 2528 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ในปีการศึกษา 2546 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2549

นางสาว อรอมล จงเสริมศิริสกุล สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนบดินทร์เดชา(สิงห์ สิงหเสนี)2 ในปีการศึกษา 2546 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้