ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การแยกลำดับส่วนและคุณลักษณะของน้ำมันไก่

(Fractionation and Characterization of Chicken Oil)

จัดทำโดย

นาย รุ่งโรจน์	**พุ่มพวง**	**รหัสนักศึกษา**	**43040189**
นาย อธิกร	**รุ่งสิริวิทูร**	**รหัสนักศึกษา**	**43040205**

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....วรรณา ตั้งเจริญชัย..... ๒๖/มี.ค./๔๓ **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(รศ.ดร. วรรณา ตั้งเจริญชัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1973

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การแยกลำดับส่วนและคุณลักษณะของน้ำมันไก่

(Fractionation and Characterization of Chicken Oil)

T097110

จัดทำโดย

นาย รุ่งโรจน์ พุ่มพวง รหัสนักศึกษา 43040189

นาย อธิกร รุ่งสิริวิฑูร รหัสนักศึกษา 43040205

ปพ.
ร636ก
2547

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....97110
วัน.เดือน.ปี.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รุ่งโรจน์ พุ่มพวง และอธิกร รุ่งสิริวิทูร . 2546 : การแยกลำดับส่วนและคุณลักษณะน้ำมันไก่ (Fractionation and Characterization of Chicken Oil). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร. วรรณา ตั้งเจริญชัย

การศึกษาการแยกลำดับส่วนของน้ำมันไก่โดยวิธี Dry fractionation (multiple - stage process) พบว่าสามารถแบ่งช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการตกผลึกเป็น 2 ช่วง คือ 22 -23 °C และ 12-13 °C ซึ่งใช้เวลาในการกวนก่อผลึกที่ 50 rpm นาน 90 นาทีและ 150 นาที ตามลำดับ โดยแยกผลึกที่เกิดขึ้นด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็วสูงที่ 12000 rpm นาน 15 นาที พบว่า แยกส่วนน้ำมันออกมาได้ เป็น 4 ส่วน (Fraction) คือส่วนของแข็ง (Fraction 1) ส่วนของเหลว (Fraction 2) ที่แยกได้ที่อุณหภูมิ 22 -23 °C และ ส่วนของแข็ง (Fraction 3) ส่วนของเหลว (Fraction 4) ซึ่งได้จากการแยกลำดับส่วนของ Fraction 2 ที่อุณหภูมิ 12 -13 °C แล้วนำมาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพด้านสี จุดหลอมเหลว พบว่า สีของน้ำมันส่วนที่แยกได้ไม่มีความแตกต่างกัน จุดหลอมเหลวของน้ำมันแต่ละส่วนมีความแตกต่างกัน ส่วนของแข็งมีจุดหลอมเหลวสูงกว่าส่วนของเหลว เมื่อวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่าไอโอดีน (Iodine Value) ค่าสะปอนนิฟิเคชั่น (Saponification Value) กรดไขมันอิสระ (FFA) ค่าความเป็นกรด (AV) พบว่า น้ำมันส่วนของแข็งประกอบด้วยกรดไขมันที่มีขนาดโมเลกุลที่ใหญ่และกรดไขมันอิ่มตัวสูงกว่าน้ำมันส่วนของเหลว และน้ำมันส่วนของเหลวจะมีปริมาณ FFA และ AV มากกว่าส่วนที่เป็นของแข็ง เมื่อทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเฟรนฟรายด์ซึ่งทอดด้วยน้ำมันต่าง ๆ ที่แยกลำดับส่วนออกมาได้ในปัจจัยด้าน กลิ่น รสชาติ สี เนื้อสัมผัส ความชอบรวม พบว่าผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างทางด้านประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบมีความชอบรวมเฟรนฟรายด์ที่ใช้น้ำมัน Fraction 4 ในการทอดมากที่สุด

นายรุ่งโรจน์ พุ่มพวง .... ๑๑ มิ.ย. ๔๖
ลายมือชื่อนักศึกษา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา วัน / เดือน / ปี

....
ลายมือชื่อนักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษเรื่องการแยกลำดับส่วนและคุณลักษณะน้ำมันไก่ฉบับนี้สำเร็จลุลวงไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำต้องขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. วรรณา ตั้งเจริญชัย ที่กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้ความรู้ความเข้าใจในปัญหาพิเศษและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในระหว่างการทำปัญหาพิเศษตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องจนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จสิ้นสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ ผศ.ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม และ อ. นภัสรพี เหลืองสกุล ที่ได้ให้ความกรุณาเป็นคณะกรรมการในการสอบปัญหาพิเศษนี้

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนทั้งกำลังทรัพย์และกำลังใจเสมอมา

ขอขอบใจเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจเสมอมาตลอดการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

นาย รุ่งโรจน์ พุ่มพวง
นาย อธิกร รุ่งสิริวิทูร
19 มีนาคม 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญรูปภาพ	ฉ
บทที่ 1 : บทนำ	1
บทที่ 2 : วารสารปริทรรศน์	2
บทที่ 3 : วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	17
บทที่ 4 : ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	21
บทที่ 5 : สรุปผลการทดลอง	31
เอกสารอ้างอิง	32
ภาคผนวก ก : ตัวอย่างแบบทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	35
ภาคผนวก ข : วิธีวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านกายภาพ และทางด้านเคมี	37
ภาคผนวก ค : ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติ	43
ภาคผนวก ง : รูปภาพการทดลอง	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงคุณค่าทางอาหารของไก่	2
2	องค์ประกอบของกรดไขมันในสัตว์ปีกต่าง ๆ	3
3	ปริมาณร้อยละของกรดไขมันโดยน้ำหนักที่มีอยู่ในน้ำมันและไขมันที่ใช้บริโภค	6
4	องค์ประกอบทางเคมีของ Anhydrous milkfat และ Fraction ที่แยกได้จากวิธี SC– CO_2 extraction	12
5	ปริมาณของ Anhydrous milkfat fraction ของ anhydrous milkfat ที่สกัดได้จาก Short – path distillation ที่อุณหภูมิ 254 และ 265°C ความดัน 220 และ 1100 μmHg	14
6	ตารางเปรียบเทียบปริมาณไขมัน กรดไขมัน และ ไตรกลีเซอไรด์ ที่เป็นองค์ประกอบในไขมันนมที่ผ่านการแยกลำดับส่วนด้วนวิธี SC- CO_2 extraction (SC- CO_2), Short – path diatillation (SPD) และ Dry fractionation (MC)	15
7	แสดง % โดยน้ำหนักของไขมัน ไขมันแข็งที่แยกออกมาได้ที่แยกจากเครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็วสูงที่ความเร็วรอบและเวลาของการหมุนเหวี่ยงต่าง ๆ	22
8	ค่าเฉลี่ยปริมาณของไขมันแข็งที่เกิดขึ้นจากการตกผลึกของน้ำมันไก่เริ่มต้นที่ใช้เวลาในการกวนที่ต่างกัน ที่อุณหภูมิ 22-23°C	23
9	ค่าเฉลี่ยปริมาณของไขมันแข็งที่เกิดขึ้นจากการตกผลึกของน้ำมัน Fraction 2 ที่ใช้เวลาใน การกวนที่ต่างกัน ที่อุณหภูมิ 12-13°C	24
10	คุณสมบัติทางด้านเคมีและกายภาพต่าง ๆ ของน้ำมันไก่เริ่มต้นและน้ำมันไก่ที่แยกส่วนได้จากช่วงอุณหภูมิแตกต่างกัน	26
11	ค่าคะแนนเฉลี่ยผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเฟรนฟรายด์ที่ทอดในน้ำมันที่มีคุณภาพแตกต่างกัน	29
	ภาคผนวก ข	
1ผ	ค่าน้ำหนักของน้ำมันที่ต้องชั่ง ตามค่าประมาณของค่าไอโอดีน	39
2ผ	การกำหนดน้ำหนักตัวอย่างสำหรับกรดไขมันในช่วงต่าง ๆ	41
	ภาคผนวก ค	
3ผ	การวิเคราะห์ทางด้านสถิติค่า % FFA ของน้ำมันไก่เริ่มต้นและน้ำมันที่แยกลำดับส่วนที่แยกออกมาได้	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4ผ การวิเคราะห์ทางด้านสถิติค่าสะปอนนิฟิเคชั่นของน้ำมันไก่เริ่มต้นและน้ำมันที่แยกลำดับส่วนที่แยกออกมาได้	44
5ผ การวิเคราะห์ทางด้านสถิติค่าเลขไอโอดีนของน้ำมันไก่เริ่มต้นและน้ำมันที่แยกลำดับส่วนที่แยกออกมาได้	44
6ผ การวิเคราะห์ทางด้านสถิติค่าความเร็วรอบในการหมุนเหวี่ยงและเวลาในการหมุนเหวี่ยงของน้ำมันไก่	45
7ผ การวิเคราะห์ทางด้านสถิติค่าปริมาณของไขมันแข็งของ fraction 2 ที่แยกลำดับส่วนออกมาได้ที่อุณหภูมิ 12 – 13°C ณ เวลาการกวนที่แตกต่างกัน	45
8ผ การวิเคราะห์ทางด้านสถิติค่าคะแนนเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัส กลิ่น รสชาติ สี เนื้อสัมผัส ความชอบรวม ของเฟรนฟรายด์โดยใช้น้ำมันทอดที่แตกต่างกัน	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปภาพที่		หน้า
1	โครงสร้างทางเคมีของ Glycerol, Fatty acid และ Triglyceride	4
2	Supercritical fluid extraction apparatus	11
3	Short – path distillation equipment	13
4	ขั้นตอนและวิธีการแยกลำดับส่วนไขมันไก่ โดย dry fractionation แบบ multiple – stage process	19
5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง%ปริมาณไขมันแข็งที่แยกออกมาได้กับเวลาในการกวนต่าง ๆของน้ำมันไก่เริ่มต้น ที่อุณหภูมิ 22-23 °C	23
6	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง %ปริมาณไขมันแข็งที่แยกออกมาได้กับเวลาในการกวนต่าง ๆของ Fraction 2 ที่อุณหภูมิ 12-13 °C	24
7	วิธีการและขั้นตอนการแยกลำดับส่วนน้ำมันไก่ที่ได้จากการศึกษา โดยวิธี dry fractionation แบบ multiple – stage process	25
8	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณค่า Iodine Value และ ค่า Saponification Value กับส่วนที่ถูกแยกลำดับส่วนออกมาได้	28
9	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณค่า % Free Fatty Acid และค่า Acid Value กับส่วนที่ถูกแยกลำดับส่วนออกมาได้	28
ภาคผนวก ง		
1ผ	การเจียวไขมันไก่แบบแห้ง	48
2ผ	กากไก่ที่ได้จากการเจียว	48
3ผ	อุปกรณ์การแยกลำดับส่วนน้ำมันไก่	48
4ผ	การกวนก่อผลึก	48
5ผ	แสดงการการตกผลึกที่เวลาในการกวนต่าง ๆ ของน้ำมันไก่เริ่มต้น ณ อุณหภูมิที่ 22 – 23 °C	49
6ผ	แสดงการตกผลึกที่เวลาในการกวนต่าง ๆ ของ fraction 2 ณ อุณหภูมิที่ 12 – 13 °C	49
7ผ	แสดงส่วนของแข็งและของเหลวที่แยกได้ ที่อุณหภูมิ 22-23 °C	50
8ผ	แสดงส่วนของแข็งและของเหลวที่แยกได้ ที่อุณหภูมิ 12-13 °C	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปภาพที่	หน้า
9ผ แสดงภาพน้ำมันไก่เริ่มต้นและน้ำมันที่แยกลำดับส่วนออกมาได้	51
10ผ ลักษณะน้ำมันที่ผ่านการทอดเฟรนฟรายด์ได้แก่ น้ำมันปาล์ม	51
น้ำมันไก่เริ่มต้น Fraction 1 Fraction 2 Fraction 3 Fraction 4	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ไขมันเป็นองค์ประกอบหลักของสารอาหาร 5 หมู่ และเป็นแหล่งสำคัญของพลังงาน ตลอดจนเป็นองค์ประกอบที่มีผลต่อคุณภาพโดยรวมของผลิตภัณฑ์ ปัจจุบันผู้บริโภคมีความใส่ใจต่อสุขภาพมากขึ้นและนิยมบริโภคอาหารอย่างมีสัดส่วนที่เหมาะสมกับพลังงานที่ร่างกายจำเป็นต้องใช้ ประเทศไทยมีอุตสาหกรรมขนาดใหญ่เพื่อผลิตน้ำมัน และไขมัน เพื่อการบริโภคแต่มีปริมาณไม่เพียงพอจึงจำเป็นต้องนำเข้าผลิตภัณฑ์ไขมันจากต่างประเทศ อุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ปีกของประเทศเป็นอุตสาหกรรมเกษตรหลักที่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ในปริมาณมากที่สุด ซึ่งเพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศ 100 % และเริ่มมีทิศทางของการส่งออกต่างประเทศ อุตสาหกรรมเกษตรดังกล่าวให้ผลพลอยได้ (by – products) หลักคือ ไขมันไก่ ซึ่งพบว่ามีปริมาณมากเกินความต้องการ ไขมันไก่มีอายุการเก็บรักษาสั้น การใช้ประโยชน์มีจำกัด (เช่น ผสมในไส้กรอก ผสมเป็นอาหารสัตว์) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาแนวทางการใช้ประโยชน์ไขมันไก่ให้ได้มากขึ้นอีกทั้งสร้างแนวทางการผลิตผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มต่อไป

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเบื้องต้นของการแยกลำดับส่วนน้ำมันไก่โดยวิธีทางกายภาพที่เรียกว่า dry fractionation และศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางประสาทสัมผัสของน้ำมันไก่ที่ผ่านการแยกลำดับส่วน ซึ่งน้ำมันที่ได้จากการแยกลำดับส่วนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร หรือทดแทนน้ำมันอื่นได้ เช่น ผลึกไขมันที่ถูกแยกออกมาเป็นลำดับแรกสามารถนำไปผลิต shortening มาการีน และฟิล์มรับประทานได้ (edible films) รวมทั้งเป็นส่วนประกอบสำคัญของผลิตภัณฑ์ขนมหวานและลูกกวาด (confectionery products) และผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เช่น pastry ส่วนผลึกไขมันที่ถูกแยกลำดับต่อมาสามารถไปทำเนยที่นิ่ม (spread butter) ขณะที่ส่วนของไขมันเหลวที่แยกได้สามารถใช้ประกอบอาหารประเภท ผัด ทอด นอกจากนี้ยังสามารถนำน้ำมันส่วนต่าง ๆ ที่แยกออกมาได้ผสมน้ำมันพืชเพื่อให้กลิ่นรสและสีเฉพาะซึ่งเป็นทางเลือกใหม่แก่ผู้บริโภค

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสภาวะของอุณหภูมิในการตกผลึกและวิธีแยกลำดับส่วนน้ำมันไก่
2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางประสาทสัมผัสของน้ำมันไก่ที่ผ่านการแยกลำดับส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทรรศน์

2.1 ไก่

ไก่เป็นสัตว์ที่มีระบบประสาทไว ตื่นเต้นง่าย ประเปรียว หูและตาไวมากต่อสิ่งแวดล้อม ร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงเร็ว เช่น การย่อยอาหาร การเติบโต ฯลฯ เป็นสัตว์เลือดอุ่นอุณหภูมิร่างกายอยู่ระหว่าง 105° – 109.5° F ไก่มีเรือนร่างกะทัดรัดทำให้ประเปรียวเคลื่อนไหวได้ไวมาก ร่างกายปกคลุมด้วยขนชนิดต่าง ๆ มีกระดูกเบา เพราะกระดูกใหญ่ยาวต่าง ๆ มีโพรงตอนกลางของตัวกระดูก และยังมีปีก ขา ที่แข็งแรงควบคุมด้วยกล้ามเนื้อหลายชิ้น ช่วยในการบินหรือ วิ่งได้คล่องแคล่วว่องไว

2.1.1 คุณค่าทางอาหารของไก่

ไก่มีธาตุอาหารหรือโภชนะสำคัญ แต่มีแคลอรี่ต่ำ ซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันทั้งชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว ไขมันไก่ประกอบด้วยกรดไขมันที่จำเป็นหลายชนิด (essential fatty acids) และโปรตีนที่มีกรดอะมิโนสำคัญอย่างบริบูรณ์ คุณค่าทางอาหารของไก่แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงคุณค่าทางอาหารของไก่

ชนิดสัตว์ปีก	ส่วนที่ทิ้งไป %	น้ำ %	โปรตีน % N x 6.25	ไขมัน %	เถ้า %	พลังงาน กิโลแคลอรี่ /ปอนด์
ไก่กระทง เฉพาะส่วนที่กินได้	-	74.8	2.15	2.5	1.1	505
ตามสภาพที่ซื้อมา	4.16	43.7	12.8	1.4	0.7	295
แม่ไก่แก่ เฉพาะส่วนที่กินได้	-	67.3	19.3	16.3	1.0	1045
ตามสภาพที่ซื้อมา	25.9	49.1	13.7	12.3	0.7	775
ห่าน เฉพาะส่วนที่กินได้	-	46.7	16.3	36.2	0.8	1830
ตามสภาพที่ซื้อมา	1.6	38.5	13.4	29.8	0.7	1505
ไก่งวง เฉพาะส่วนที่กินได้	-	55.5	21.8	22.9	1.0	1360
ตามสภาพที่ซื้อมา	22.7	42.4	1.61	18.4	0.7	1075
นกกระทา ตามสภาพที่ซื้อมา	-	66.9	21.8	8.0	1.7	775

ที่มา : สุวรรณ (2529)

ไขมันไก่มีค่าไอโอดีนต่ำกว่าของเป็ดและห่านแสดงถึงปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวน้อยกว่ากรดไขมันที่ประกอบอยู่ในสัตว์ปีก ดังแสดงในตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงองค์ประกอบของกรดไขมันในสัตว์ปีกต่าง ๆ

ชนิด	จำนวนตัวอย่าง	ค่าไอโอดีน	กรดไขมันชนิดอิ่มตัว %	กรดโอเลอิค (Oleic acid) %	กรดลิโนเลอิค (Linoleic acid) %	กรดลิโนเลนิค (Linolenic acid) %	กรดอาราชิโดนิค (Arachidonic acid) %
ไก่	4	63 – 80	28 – 31	57 – 51	14 – 18	0.7 – 1.0	0.3 – 0.5
ไก่งวง	6	73 – 79	28 – 33	39 – 51	13 – 21	0.8 – 13	0.2 – 0.7
เป็ด	1	87	27	42	24	1.4	1.20
ห่าน	1	67	30	57	8	0.4	0.05
นกพิราบ	1	82	23	56	17	0.7	0.04

ที่มา : สุวรรณ (2529)

2.2 กรรมวิธีการผลิตน้ำมันไก่

การเจียวเป็นการสกัดน้ำมันจากเนื้อเยื่อไขมันสัตว์โดยใช้ความร้อนเป็นตัวทำลายผนังของเซลไขมัน ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในอุตสาหกรรมผลิตน้ำมันสัตว์คือปริมาณกรดไขมันอิสระ สี กลิ่น และปริมาณวัตถุปนเปื้อน รวมถึงคุณภาพของกากที่เป็นผลพลอยได้ กระบวนการเจียวที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด คือกระบวนการที่สามารถใช้ได้กับเนื้อเยื่อทุกชนิด และสามารถดัดแปลงกระบวนการดังกล่าวเพื่อสามารถใช้ในอุตสาหกรรมขนาดย่อมจนถึงอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ได้ มีประสิทธิภาพของการเจียวสูงรวมทั้งค่าใช้จ่ายในการผลิตต่ำ น้ำมันที่เจียวได้ควรมีคุณสมบัติเหมือนกับน้ำมันที่อยู่ในเนื้อเยื่อไขมันธรรมชาติ และโปรตีนของกากควรมีคุณภาพดี วิธีการเจียวที่ใช้กันทั่วไปในอุตสาหกรรมน้ำมันบริโภคมี 2 ประเภทคือ

1. การเจียวน้ำมันแบบแห้ง เป็นวิธีที่ง่าย ระหว่างการเจียวเนื้อเยื่อไขมันจะแห้งและปล่อยน้ำมันออกมา ขั้นสุดท้ายจึงแยกน้ำมันออกจากกาก วัตถุดิบที่เหมาะกับการเจียวแบบนี้ควรเป็นเนื้อเยื่อไขมันที่มีปริมาณไขมันสูง

สมัยก่อนจะเจียวน้ำมันในภาชนะปากกว้างโดยใช้ไฟให้ความร้อนโดยตรง อุณหภูมิที่ใช้ไม่เกิน 115 °C ใช้เวลาในการเจียวไม่แน่นอนแต่นานจนกระทั่งกากที่ได้จะมีน้ำมันน้อยที่สุด น้ำมันที่ได้มีสีเข้มข้น มีกลิ่นคล้ายไก่ทอด มีการดัดแปลงใช้หม้อนึ่งและเจียวน้ำมันในภาชนะปิดอาจใช้ความดันเพื่อป้องกันการเกิดออกซิเดชั่นของน้ำมัน ภายในหม้อนึ่งจะมีใบพัดถ่ายเทความร้อนให้ทั่วถึงขณะเจียว ในระดับอุตสาหกรรมใช้ระบบหม้อความดัน (autoclave) ซึ่งเป็นหม้อสองชั้นใช้สกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อเยื่อไขมันทุกชนิดความดันที่ใช้ 2-3 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร นาน 3 ชั่วโมง อุณหภูมิประมาณ 100-110°C

2. การเจียวน้ำมันแบบเปียก เป็นการเจียวที่ใช้น้ำส่งผ่านความร้อนและทำให้ผนังของเซลไขมันแตก สามารถเลือกใช้อุณหภูมิต่ำโดยเติมน้ำลงไปในขณะเจียว หรือใช้การพ่นไอน้ำ

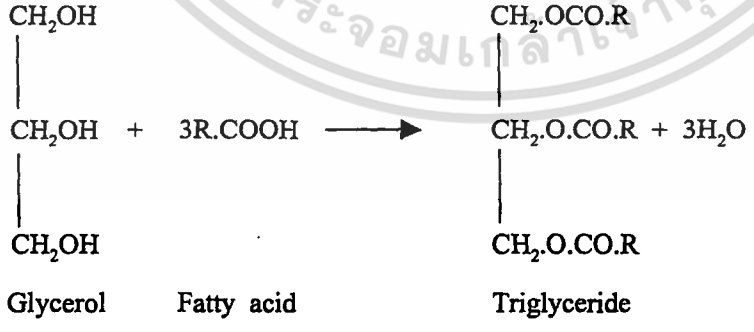
วิธีแรกอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดประมาณ 45 -90°C โดยเติมน้ำในประมาณ 0.5 -1 เท่าของวัตถุดิบ น้ำมันที่ได้โดยวิธีนี้เกือบจะไม่มีกลิ่น ค่ากรดต่ำกว่าการเจียวแบบอื่น น้ำมันมีความเสถียรมากกว่า การเจียวโดยวิธีพ่นไอน้ำลงไปในวัตถุดิบจะใช้ความดันที่ใช้ประมาณ 40-60 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 4-6 ชั่วโมง

2.3 ไขมันและน้ำมัน (Fat and Oil)

เป็นเอสเทอร์ของกรดไขมันกับกลีเซอรอล โดยทั่วไปมักใช้คำว่า " ไขมัน " แทนไขมันที่มีลักษณะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง และใช้คำว่า " น้ำมัน " แทนไขมันที่มีลักษณะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง แต่ทั้งไขมันและน้ำมันต่างมีคุณสมบัติทางเคมีเหมือนกัน ไขมันเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ได้จากสิ่งมีชีวิต มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ (organic solvent) เช่น คลอโรฟอร์ม และอีเทอร์ เป็นต้น

<u>องค์ประกอบทางเคมีของไขมัน</u>

ไขมันที่สะสมเป็นพลังงานในรูปไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ซึ่งเป็นเอสเตอร์ของกรดไขมันกับกลีเซอรอล ซึ่งจะประกอบด้วยกรดไขมัน 3 โมเลกุล และกลีเซอรอล 1 โมเลกุล ดังแสดงใน รูปภาพที่ 1



รูปภาพที่ 1 แสดงโครงสร้างทางเคมีของ Glycerol, Fatty acid และ Triglyceride

ที่มา : McDonald และคณะ (1988)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1. ความสำคัญของไขมันและน้ำมันเชิงอาหาร

การที่ไขมันและน้ำมันเป็นอาหารหลักที่สำคัญอย่างหนึ่งนั้นเนื่องด้วยเหตุผลหลายประการด้วยกันคือ

1. ไขมันและน้ำมันเป็นอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกายสูงคือ 1 กรัมของไขมันและน้ำมัน จะให้พลังงานได้ถึง 9 แคลอรี่ ซึ่งเมื่อเทียบกับอาหารพวกแป้งและโปรตีน 1 กรัม จะให้พลังงานเพียง 4 แคลอรี่เท่านั้น
2. ไขมันและน้ำมันมีส่วนช่วยเพิ่มรสชาติของอาหารให้ดีขึ้นเช่น เนื้อสัตว์ที่มีไขมันแทรกอยู่ประปราย (marbling) จะมีรสชาติดีกว่าส่วนของเนื้อที่ไม่มีไขมันปะปนอยู่เลย
3. ไขมันและน้ำมันมีผลต่อลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด โดยเฉพาะในขนมอบจะมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส (texture) ค่อนข้างมากดังนั้นไขมันและน้ำมันจึงมีบทบาทที่สำคัญในกระบวนการแปรรูปอาหารตลอดจนการคิดสูตรอาหาร
4. ไขมันและน้ำมันเป็นแหล่งของกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย (essential fatty acid) ได้แก่ linoleic acid, linolenic acid และ arachidonic acid ซึ่งล้วนเป็นกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวทั้งสิ้น ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะสามารถเปลี่ยนจาก linoleic acid ไปเป็น arachidonic acid ได้ แต่จะมีความสำคัญต่อเด็กทารก
5. ไขมันในอาหารตามธรรมชาติมักจะอยู่ร่วมกับโปรตีนที่มีคุณภาพสูง ซึ่งจะเป็นตัวนำสารอาหารประเภทไวตามินที่ละลายอยู่ไขมันโดยเฉพาะไวตามิน E, K, A และนำแร่ธาตุเข้าสู่ร่างกายจึงมีส่วนช่วยให้ร่างกายได้รับสารอาหารทุกประเภทอย่างสมดุลได้แก่อาหารประเภทนม และผลิตภัณฑ์จากนม ปลา ไก่ เนื้อ และเมล็ดพืชน้ำมัน
6. ไขมันและน้ำมันเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร และมิใช่อาหารมากมายหลายชนิดที่เป็นผลิตภัณฑ์อาหารได้แก่ เนยเหลว มาการีน มายองเนส ชอทเทนนิ่ง และน้ำมันสกัดชนิดต่าง ๆ

2.3.2 กรดไขมัน (Fatty acid) กรดไขมันเป็น chain ของไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon) ซึ่งปลายข้างหนึ่งจะต่อกับคาร์บอกซิลิกแอซิด (carboxylic acid) ซึ่งมีหมู่ – COOH เพียงหมู่เดียว ซึ่งสูตรเคมีทั่วไปดั้งนี้

R - COOH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรดไขมันแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1. กรดไขมันชนิดอิ่มตัว (saturated fatty acid) คือกรดไขมันที่มีการยึดเกาะติดกันระหว่างคาร์บอนอะตอมเป็นพันธะเดี่ยวส่วนใหญ่พบในไขมันที่ได้จากสัตว์ กรดไขมันพวกนี้มีน้ำหนักโมเลกุลค่อนข้างสูง เช่น lauric acid (C_{12}), palmitic acid (C_{16}) และ stearic acid (C_{18}) เป็นต้น

2. กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acid) คือกรดไขมันที่มีการยึดเกาะติดกันระหว่างคาร์บอนอะตอมเป็นพันธะคู่ ตั้งแต่ 1 คู่ ขึ้นไป ส่วนใหญ่พบในไขมันที่ได้จากพืช เช่น linoleic acid ($C_{18:2}$) เป็นต้น ปริมาณกรดไขมันในน้ำมันบริโภคแสดงอยู่ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณร้อยละของกรดไขมันโดยน้ำหนักที่มีอยู่ในน้ำมันและไขมันที่ใช้บริโภค

ไขมัน	กรดไขมันชนิดอิ่มตัว (Saturated fatty acid)			กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acid)			
	ทั้งหมด	ปาร์มิติค	สเตียริค	ทั้งหมด	โอลิอิค	ลิโนเลอิค	ลิโนเลนิค
<u>ไขมันสัตว์</u>							
น้ำมันไก่	34.0	27.0	6.0	66.0	40.0	17.0	6.0
น้ำมันหมู	38.0	31.0	7.0	57.0	46.0	10.0	1.0
<u>ไขมันพืช</u>							
น้ำมันข้าวโพด	10.0	8.0	2.0	84.0	28.0	53.0	1.0
น้ำมันถั่วลิสง	14.0	8.0	5.0	76.0	47.0	29.0	-
น้ำมันถั่วลิสง	15.0	9.0	6.0	80.0	20.0	52.0	7.0

ที่มา : อรวินท์ และประชา (2529)

<u>ความแตกต่างของกรดไขมันชนิดอิ่มตัวและชนิดไม่อิ่มตัว</u>

1. ในกรณีที่กรดไขมันมีจำนวนคาร์บอนเท่ากัน และกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อยกว่าจะมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่า และที่อุณภูมิห้องไขมันจะมีลักษณะนิ่ม หรือกรดไขมันชนิดอิ่มตัว
2. กรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนมากกว่าจะมีจุดหลอมเหลวสูงกว่าเสมอไม่ว่าจะเป็นกรดไขมันชนิดอิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวจะหืนได้ง่ายและเร็วเพราะโมเลกุลประกอบด้วยพันธะคู่จึงถูกออกซิไดส์ (oxidised) ได้ง่ายตรงตำแหน่งของพันธะคู่

กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวพบมากในน้ำมันพืช น้ำมันจากสัตว์ทะเล ส่วนกรดไขมันชนิดอิ่มตัวพบมากในไขมันที่มาจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ด้วยเหตุนี้ไขมันจากพวกน้ำมันหมู (lard) และไขวัว (tallow) จะมีลักษณะที่ข้นและแข็งกว่าน้ำมันพืชและสัตว์ทะเล (พันทิพา, 2533)

2.4 การแยกลำดับส่วนไขมัน (Fractionation of Fat)

การแยกลำดับส่วนของไขมันเป็นกรรมวิธีการดัดแปลงไขมันที่ใช้ในอุตสาหกรรม เช่น น้ำมันนมวัว น้ำมันปาล์ม น้ำมันวัว เป็นวิธีที่อาศัยหลักทางกายภาพในการแยกลำดับส่วนโดยอาศัยความแตกต่างของจุดหลอมเหลวของไตรกลีเซอไรด์ ความสามารถในการละลาย (solubility) หรือความสามารถในการระเหย (volatility) ของไตรกลีเซอไรด์

ในอุตสาหกรรมนิยมใช้วิธีการแยกลำดับส่วนไขมัน เช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันวัว อยู่ 3 วิธี คือ dry fractionation , solvent fractionation และ aqueous fractionation (Bussey *et al.*, 1981) และยังมีวิธีต่าง ๆ ได้แก่ Supercritcal CO_2 extraction และ Short – path distillation

2.4.1 Dry Fractionation

เป็นวิธีการแยกลำดับส่วนโดยอาศัยความแตกต่างของจุดหลอมเหลว ไขมันประกอบด้วยไตรกลีเซอไรด์ที่ซับซ้อนซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันต่างกันจำนวนมาก ซึ่งการแยกลำดับส่วนจะอาศัยความแตกต่างของจุดหลอมเหลวของไตรกลีเซอไรด์ วิธีนี้จะใช้เทคนิคในการหลอมเหลวและให้ความเย็นแก่ไขมันเพื่อตกผลึกและแยกไขมันแข็งหรือผลึกออกมา ไตรกลีเซอไรด์ที่มีจุดหลอมเหลวสูงจะตกผลึกลงมาก่อนและถูกแยกออกไป ซึ่งกระบวนการในการแยกลำดับส่วนมีทั้ง Single – stage process ซึ่งแยกไขมันได้ 2 ส่วน และ Multiple - stage process ซึ่งสามารถแยกไขมันได้หลายส่วน การแยกผลึกไขมันสามารถทำได้หลายวิธี เช่น vucuum filtration (Amer *et al.*,1985 ; Fouad *et al.*, 1990) , pressure filtration (Patience *et al.*, 1999) , filter centrifugation (Breeding and Marshall ,1995) และ centrifugation (Bussey *et al.*, 1981)

นอกจากนี้ยังสามารถใช้ detergent solution ช่วยในการแยก โดยส่วนของผลึกไขมันจะแยกอยู่ในส่วนของ detergent solution นำส่วนของ detergent phase มาทำให้ร้อนเพื่อให้ผลึกหลอมเหลวแล้วทำให้แห้ง (Kaylegian ,1993) ปัจจัยที่มีผลต่อการตกผลึกด้วยวิธีนี้ ได้แก่ เทคนิคของการแยกและการออกแบบเครื่องมือ ปัจจัยควบคุมการก่อผลึก การเจริญของผลึก องค์ประกอบของน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การละลายของผลึก และ polymorphism คือรูปแบบของผลึกไตรกลีเซอไรด์ที่เกิดขึ้นมีหลายรูปแบบ ส่วนของไขมันที่แยกได้จึงมีจุดหลอมเหลวที่ต่างกัน (Deffense , 1993)

กระบวนการทั่วไปในการทำ dry fractionation มีดังนี้ (Kaylegian , 1993)

1. การให้ความร้อนแก่ไขมัน จนถึง 60 °C เพื่อหลอมเหลวไขมัน
2. การให้ความเย็น(cooling) ไขมันตามอุณหภูมิที่ใช้ในการแยก พร้อมทั้งการกวน 0 -120 rpm
3. การตกผลึก (crystallization) ใช้เวลา 0- 48 ชั่วโมง
4. การแยก Solid และ liquid fraction ด้วยวิธีต่าง ๆ

Deffense (1987) ได้ศึกษาแยกลำดับส่วนไขมันในนมโดยใช้วิธี dry fractionation พบว่า กรดไขมันที่มีอยู่ใน single fraction (ที่ 20 °C) และ double fraction (20 °C , 10 °C หรือ 6 °C) ดังนี้ ในส่วนที่เป็นของแข็ง (stearin) มีกรดไขมันอิ่มตัวสายโซ่ยาวเป็นองค์ประกอบอยู่มาก และส่วนของ first olein มีกรดไขมันอิ่มตัวสายโซ่สั้นเป็นองค์ประกอบอยู่มาก และเมื่อนำเอาส่วนของ first olein มาทำการแยกลำดับส่วนต่อ จะให้ส่วนที่เป็น second olein ที่มีกรดไขมันเป็นองค์ประกอบคล้ายกับ first olein แต่อย่างไรก็ตามในแต่ละส่วนมีคุณสมบัติทางกายภาพรวมทั้งจุดหลอดเหลวที่แตกต่างกัน

Fouad *et al.* (1990) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบต่อผลึกจากการกวน(agitation) และไม่กวน โดยการตกผลึกที่ไม่มีการกวนจะทำให้ผลึกมีขนาดใหญ่และง่ายต่อการแยกผลึกออกมากกว่าการตกผลึกแบบมีการกวน แต่จะได้ปริมาณผลึกน้อยว่าแบบที่มีการกวน

O'Shea *et al.* (2000) ได้ศึกษาถึงผลกระทบของการแยกส่วนของไขมันโดยวิธี dry fractionation ต่อปริมาณ conjugated linoleic acid ในไขมันน้ำนมวัวโดย anhydrous milkfat จะถูกแยกออกเป็นไขมันแข็งและไขมันเหลวโดยใช้ความเย็นและการกวน การแยกส่วนของไขมันด้วยการหมุนเหวี่ยง โดยใช้อุณหภูมิในการตกผลึกเริ่มต้นที่ 33 °C และอุณหภูมิสุดท้ายที่ 10 °C 15 °C 19 °C โดยอัตราการให้ความเย็นเป็น 0.58 °C/hr 0.74 °C/hr 1.17 °C/hr 2.80 °C/hr ซึ่งเห็นได้ว่าอุณหภูมิที่ 33 – 10 °C และอัตราการให้ความเย็นที่ 2.80 °C/hr สามารถแยกของเหลวออกมาได้ 63.2 % ซึ่งมีปริมาณ conjugated linoleic acid มากที่สุด (2.22 g/100 g FAME) และมีโพลีเมอร์กรดไขมันไม่อิ่มตัวปริมาณมากเมื่อเปรียบเทียบกับไขมันเริ่มต้น

Fatouh *et al.* (2003) ได้ศึกษาการแยกลำดับส่วนไขมันจากนมควาย ด้วยวิธี multi – step dry fractionation โดยใช้หลายอุณหภูมิในช่วง 15-40 °C ในการตกผลึก ใช้ความเร็วในการกวน 10 rpm สามารถแยกส่วนที่เป็นของแข็งได้ 5 ส่วน (S15 ,S20 ,S30 ,S35 ,S40) และที่เป็นของเหลวได้ 5 ส่วน (L15, L20, L30, L35, L40) จากการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและความร้อนสามารถแยกส่วนต่าง ๆ เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ ส่วนที่จุดหลอมเหลวสูง (HMF) (36.5 – 40 °C) จุดหลอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหลวปานกลาง (MMF) (24.2 – 29.8 °C) จุดหลอมเหลวต่ำ (LMF) (12.6 °C) โดย HMF จะมีกรดไขมันอิ่มตัวโซ่ยาวจำนวนมากแต่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวและโซ่สั้นลดลงจากเดิม ในทางตรงกันข้าม LMF จะมีกรดไขมันอิ่มตัวที่มีโซ่ยาวลดลง กรดไขมันไม่อิ่มตัวและโซ่สั้นมีมากขึ้น ส่วน MMF จะมีลักษณะอยู่ระหว่าง HMF และ LMF จากการวัดค่าพลังงานจะเห็นได้ว่า HMF มีค่าพลังงานมากกว่า LMF คือ 48.46 – 71.28 J/g และ 15.81 J/g ตามลำดับ

2.4.2 Solvent fractionation

อาศัยหลักการแยกลำดับส่วนของไขมันที่ละลายได้ในตัวทำละลาย ก่อนทำการตกผลึก มักเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการทดลอง เพราะในทางปฏิบัติจริงการเกิดผลึกอาจไม่สมบูรณ์ (Antila, 1979) ตัวทำละลายที่ใช้คือ acetone ethanol pentane และ hexane แต่ acetone เป็นตัวทำละลายที่นิยมใช้มากที่สุด มีประสิทธิภาพในการละลายไขมันมากที่สุด (Rolland, 1966) วิธีการแยกลำดับส่วนจะคล้ายกับ Dry fractionation แต่วิธีนี้สามารถแยก liquid fraction ออกจาก solid fraction ได้ดีกว่า โดยการแยก (separation) ผลึกของไขมันสามารถทำได้โดย vacuum หรือ pressure filtration และแยกเอาตัวทำละลายออกไปโดย vacuum rotary evaporator หรือการหมุนเหวี่ยง (centrifugation) (Kaylegian, 1995 and Rolland, 1966)

กระบวนการทั่วไปในการทำ solvent fractionation (Kaylegian, 1995) มีดังนี้ :

1. การให้ความร้อนแก่ไขมันจนถึง 60°C เพื่อเป็นการหลอมเหลวไขมัน
2. ผสมไขมันกับตัวทำละลายมักใช้อัตราส่วน ไขมัน : ตัวทำละลาย = 1: 3 ถึง 1 : 10
3. การตกผลึก (crystallization) โดยการให้ความเย็นสารละลายไขมันกับตัวทำละลาย ตามอุณหภูมิที่ใช้ในการแยก โดยไม่ต้องมีการกวน ใช้เวลา 30 นาที – 48 ชั่วโมง
4. การแยก Solid และ liquid fraction ด้วยวิธีต่าง ๆ
5. ทำการระเหยตัวทำละลาย

Rolland (1996) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการทำการแยกส่วนไขมันนม โดย crystallization from solvent โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวทำลาย และวิธีการแยกผลึกไขมัน พบว่า การแยกผลึกไขมันนม โดยการทำให้ไขมันนมเป็นของเหลวก่อนการตกผลึกจากตัวทำละลาย แล้วนำไปหมุนเหวี่ยง (centrifugation) ให้ % ปริมาณผลึกไขมันสูงกว่าการแยกด้วยการกรองแบบสูญญากาศ (vacuum filtration) และการแยกลำดับส่วนที่อุณหภูมิต่ำให้ % ปริมาณผลึกไขมันสูง และพบว่าอะซิโตน (acetone)เป็นตัวทำละลายที่ให้ % ปริมาณผลึกไขมันสูงกว่าการใช้เอทานอล (ethanol)

Kaylegian (1992) พบว่า การแยกโดย multiple – stage fractionation โดยวิธีการใช้ acetone fractionation จะให้ไขมันนมส่วนที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ (low – melting fraction) มาก และมีส่วนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีจุดหลอมเหลวสูง(high – melting fractions) และส่วนที่มีจุดหลอมเหลวสูงมาก ๆ (very high – melting fractions) ในปริมาณน้อย

2.4.3 Supercritical Extraction ($SC-CO_2$)

เป็นวิธีการใช้หลักของความสามารถในการละลาย (solubility) หรือ ความสามารถในการระเหย (volatility) ของไตรกลีเซอไรด์ โดยการใช้ gas ในสภาวะ supercritical fluid (สภาวะเหนือจุดวิกฤตของความดันและอุณหภูมิในการสกัด โดยสารที่ใช้สกัดจะเปลี่ยนเป็นลักษณะ fluid) ในการสกัดแยกลำดับส่วน ตามปกติแล้ววิธีนี้จะหมายถึงการใช้ CO_2 ซึ่งราคาไม่แพง ไม่เป็นพิษในการสกัด โดย $SC-CO_2$ จะไปทำหน้าที่ในการละลายไขมันนมออกมาเป็น fraction ตามการเปลี่ยนแปลงของความดันและอุณหภูมิ ซึ่งจะทำให้ส่วนของ fraction ที่มีปริมาณ พฤติกรรมในการหลอมเหลวแตกต่างกันไป (Kaylegian, 1995)

กระบวนการทั่วไปในการทำ Supercritical CO_2extraction ($SC-CO_2$) (Kaylegian, 1995) ดังแสดงในรูปที่ 2

1. บรรจุไขมันลงใน extraction vessel
2. ให้ความร้อนและปรับสภาพความดัน ได้แก่ CO_2 จนเกิดเป็นสภาวะ supercriticsl fluid
3. ผ่าน $SC-CO_2$ ไปยัง extraction vessel เพื่อสกัดแยกไขมันในระยะเวลาที่กำหนด
4. $SC-CO_2$ จะละลาย fat fraction ออกมา และส่งผ่านไปยัง pressure reduction vale และเข้าสู่ collection vessel ตามลำดับของอุณหภูมิและความดันที่กำหนด
5. ทำการปรับสภาพอุณหภูมิและความดัน เข้าสู่สภาวะบรรยากาศ CO_2 จะระเหยออกไป โดยมักใช้อุณหภูมิ 40 ถึง 80 °C และความดัน 100 – 400 bar หรือ 10 – 28 Mpa สกัด 12 – 15 นาที

ในการศึกษาไขมันเนย (butter oil) โดย Chen (1992) พบว่า fraction ที่แยกได้โดยวิธี Supercritical CO_2 extraction นั้นเมื่อปรับความดันในสภาวะการสกัดเพิ่มขึ้น fraction ที่ได้จะมีช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวกว้างขึ้น (รูปที่ 7) เนื่องจากที่ความดันที่สูงขึ้น ทำให้ triglyceride ละลายออกมาใน $SC-CO_2$ ได้มากทำให้ fraction นั้นเป็น triglyceride ที่มีองค์ประกอบที่ซับซ้อน (มีช่วงการหลอมเหลวหลัก 2 ช่วง) คือมีทั้ง triglyceride ชนิด low molecular weight และ high molecular weight เป็นองค์ประกอบใน fraction อื่น ส่วนที่ความดันต่ำที่ 10 Mpa ให้ fraction ที่แตกต่างจาก fraction อื่น โดยมีพีคการหลอมเหลว คือ 8 °C เป็นพีคที่สูงที่สุดและเป็นพีคหลัก เนื่องจากมี triglyceride ชนิด low molecular weight เป็นองค์ประกอบหลักในแต่ละ fraction ที่แยกได้ ณ ความดันต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

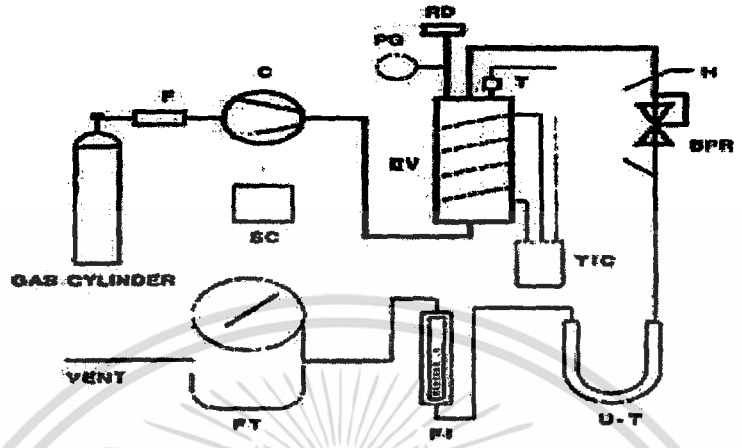


Figure 1. Diagram of continuous flow supercritical fluid extraction system. BPR = Back pressure regulator, C = compressor, EV = extraction vessel, F = filter, FI = flow indicator, FT = flow totalizer, H = heater, TIC = temperature indicator-controller, PG = pressure gauge, RD = rupture disk, SC = speed controller, and T = thermocouple.

รูปที่ 2 Supercritical fluid extraction apparatus (Chen, 1992)

Bhaskar (1993) ได้ทำการแยกลำดับส่วน anhydrous milkfat ด้วย Continuous SC – CO_2 ใช้ความดัน 24.1 – 3.4 Mpa และช่วงอุณหภูมิ 40 – 75 ^{o}C โดยแยกออกมาได้ 6 ส่วน ดังแสดงในตารางที่ 4 โดยพบว่า short – chain fatty acid (C4 – C8) และ medium – chain fatty acid (C10 – C12) นั้นเพิ่มขึ้นในส่วนของ S1 – S5 และใน S1 ถึง S5 พวก long chain fatty acid (C14 – C18) และ unsaturated fatty acid จะค่อย ๆ ลดลงจาก 0.75 – 0.47 ซึ่งในกรณีของ triglyceride ก็ให้ผลที่มีแนวโน้มคล้ายกัน คือ low – melting trigkyceride และ medium – melting triglyceride จะเพิ่มขึ้นจาก S1 ถึง S5 และ high – melting triglyceride ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของ anhydrous milkfat และ fraction ที่แยกได้จากวิธี SC – CO_2 extraction

Solvent/feed (g/g) : 62, Extract loading (wt%) : 1.27, Fat recovery (wt%) : 99						
	Feed	Raffinate	Fraction			
	AMF	S1	S2	S3	S4	S5
Temp(°C)	40	40	60	75	60	60
Pressure (Mpa)	24.1	24.1	24.1	17.2	6.9	3.5
Fat yield (wt %)	100	21.0	150	48.0	4.0	11.0
Fatty acids						
C4:0 - C8:0	6.55	1.22	5.97	10.14	10.67	12.42
C10:0 - C12:0	4.60	1.95	4.17	5.34	5.91	5.88
C14:0 – C18:3	86.85	96.83	89.86	84.52	83.42	81.69
Unsaturated	31.28	41.57	34.37	28.19	27.23	26.32
Saturated	55.01	55.26	55.49	56.33	56.19	55.59
Unsat / Sat ratio	0.57	0.75	0.62	0.50	0.48	0.47
Triglyceride						
C24 – C34		-	10.18	18.82	24.30	26.39
C36 – C40	16.72	17.07	49.94	56.19	53.62	54.22
C42 -C84	50.85	82.93	39.88	24.99	22.08	19.39
Cholesterol(mg/ 100)	32.93 240.6	117.6	234.6	251.8	363.6	353.7
Cholesterol change (%)	-	-51.1	-2.5	+4.7	+50.7	+47.0
Carotenoid (IU / 100g)	314	768	N/A	N/A	N/A	N/A

ที่มา : Bhaskar (1993)

2.4.4 Short – Path Distillation

วิธีนี้ใช้การกลั่นภายใต้สุญญากาศ (vacuum distillation) ในการแยกลำดับส่วนไขมัน โดยอาศัยหลักการระเหยของโมเลกุลของ triglyceride น้ำหนักโมเลกุล อุณหภูมิในการหลอมเหลว และปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในระหว่างโมเลกุล แต่วิธีนี้ได้รับความสนใจในการศึกษาและการนำไปใช้งานด้านอาหารอย่างจำกัด (Kaylegian, 1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Short – path distillation เป็นวิธีการที่ประกอบด้วยการระเหยโมเลกุลให้อยู่ในรูป gas – free – space โดยการใช้การ vacuum distillation โดยการทำให้โมเลกุลของ triglyceride ในไขมันระเหยออกมาที่ผิวหน้าของของเหลวที่ใช้กลั่น และเกิดการควบแน่นของโมเลกุลนั้นที่ผิวหน้า (Arul, 1988)

กระบวนการทั่วไปในการทำ Short – path distillation (Kaylegian, 1995 and Arul, 1988) ดังแสดงในรูปที่ 3

1. บรรจุไขมันลงใน high – vacuum wiped film evaporator
2. Slote wiper blade จะกวนไขมันก่อให้เกิด thin film evaporator ที่มีลักษณะเป็น uniform ที่ผนังถังกวน
3. thin film evaporator จะถูกส่งไปที่ผนังให้ความร้อน ที่อุณหภูมิ 150 – 265 °C ใช้เวลาประมาณ 1 วินาที
4. จากนั้นจะถูกส่งไปยังผนังลดความร้อนด้วยอัตราการกวนคงที่ เกิดการกลั่นตัวของไอของไขมัน จากนั้น distillate จึงถูกแยกออกมา

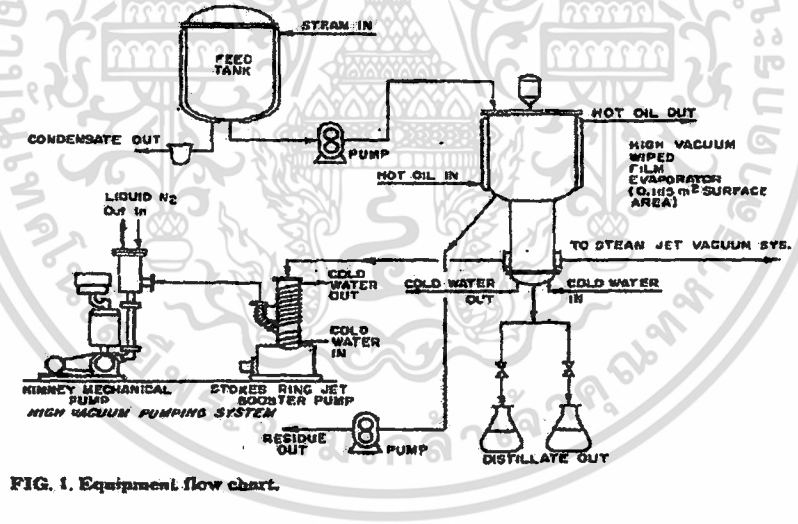


FIG. 1. Equipment flow chart.

รูปที่ 3 Short – path distillation equipment (Arul, 1988)

วิธีการแยกลำดับส่วนโดย Short – path distillation สำหรับไขมัน ที่มี triglyceride ที่มีจุดเดือดสูงเป็นองค์ประกอบ บางครั้งจำเป็นต้องใช้อุณหภูมิสูงในการแยก ซึ่งอาจทำให้เกิดการทำลาย triglyceride หรือรวมตัวกันเป็น polymer ได้ แม้จะทำภายใต้สภาวะ high vacuum แต่ก็สามารถแก้ไขได้โดยการลดระยะเวลาในการให้ความร้อน หรือการใช้ centrifugal หรือ wiped film evaporator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arul (1988) ได้ทำการศึกษาหาปริมาณ yield ของส่วนที่แยกได้จาก anhydrous milkfat ที่สกัดได้จาก Short – path distillation ที่อุณหภูมิ 254 และ 265 °C ความดัน 220 และ 1100 μmHg ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณ yield ของ mlkfat fraction ของ anhydrous milkfat ที่สกัดได้จาก Short – path distillation ที่ อุณหภูมิ 254 และ 265 °C ความดัน 220 และ 1100 μmHg

Fraction	Appearance at room temperature	Yield (%)
Liquid (L)		
LF1 (Disitillation I)	Liquid	2.1
LF2 (Disitillation II)	Liquid	9.5
LF[a] (Disitillation III)	Liquid	11.6
Intermediate (I)		
IF	Semi – solid	32
Solid (S)		
SF	Solid	56.4

ที่มา : Arul (1988)

Rizvi (1995) เปรียบเทียบปริมาณ ไขมัน กรดไขมัน และ triglyceride ที่เป็นองค์ประกอบในไขมันนมที่ผ่านการแยกลำดับส่วนด้วย วิธี SC-CO_2 extraction (SC-CO_2), Short – path diatillation (SPD) และ Dry fractionation (MC) ดังแสดงในตารางที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ตารางเปรียบเทียบปริมาณ ไขมัน กรดไขมัน และ triglyceride ที่เป็นองค์ประกอบในไขมันนมที่ผ่านการแยกลำดับส่วนด้วย วิธี SC-CO_2 extraction (SC-CO_2), Short – path diatillation (SPD) และ Dry fractionation (MC)

Item	Concentration in fraction, mole %/Concentration in fee, mole %									
	Liquid fraction				Intermediate fraction			Solid fraction		
	SC-CO_2-1	SC-CO_2-2	SPD	MC	SC-CO_2	SPD	MC	SC-CO_2	SPD	MC
Fat yield (wt %)	48	15	11.6	25.1	15	32	38.6	21	56.4	36.3
Fatty acids										
C4:0 – C8:0	1.22	1.45	1.53	1.18	0.70	1.00	1.02	0.14	0.26	0.74
C10:0 – C12:0	1.18	1.32	1.56	1.06	0.89	1.07	0.93	0.40	0.65	0.75
C14:0 – C18:3	0.98	0.97	0.81	0.95	1.02	0.99	1.00	1.06	1.20	1.08
Unsaturated	1.05	1.07	0.94	0.79	0.96	1.08	0.97	0.87	1.12	1.15
Saturated	0.91	0.87	0.56	1.28	1.07	0.80	1.07	1.24	1.37	0.93
Unsat/Sat ratio	0.87	0.82	0.60	1.62	1.12	0.74	1.10	1.42	1.22	0.81
Triglyceride										
C24 – C34	1.13	1.55	3.79	1.44	0.61	1.60	1.17	-	0.12	0.95
C36 – C40	1.11	1.06	1.18	1.04	0.98	1.69	1.10	0.34	0.54	0.81
C42 – C84	0.76	0.61	0.23	0.87	1.21	0.39	0.89	2.52	1.52	1.14

ที่มา : Rizvi (1995)

จากตารางที่ 6 เปรียบเทียบปริมาณกรดไขมันและ triglyceride ที่ได้จากการแยกลำดับส่วนด้วยวิธีต่าง ๆ โดย SC – CO_2 – 1 คือ raffinate และ SC – CO_2 – 2 คือ fraction แรกที่แยกได้จากงานของ Bhakar, 1993 จากการเปรียบเทียบจะพบว่าแนวโน้มของปริมาณกรดไขมันและ triglyceride ในทั้ง 3 วิธีนั้นเหมือนกัน แต่จะพบว่าส่วนของ short – chain fatty acid และ medium – chain fatty acid ใน liquid fraction ที่ได้จาก SC – CO_2 ปริมาณสูงกว่า MC แต่ต่ำกว่า SPD ส่วนใน intermediate และ solid fraction ที่ได้จาก SC – CO_2 นั้นมีปริมาณ long-chain fatty acid สูงกว่า MC และ SPD การแยกลำดับส่วนโดย SC – CO_2 นั้นใน liquid fraction มีปริมาณ saturated สูงกว่า MC และ SPD แต่ใน intermediate และ solid fraction จะน้อยกว่า ส่วนปริมาณ unsaturated fatty acid ใน liquid fraction ที่ได้จาก SC – CO_2 สูงกว่า SPD แต่ต่ำกว่า SPD การแยกลำดับส่วนโดย SC – CO_2 จะให้ low – melting triglyceride และ medium – melting triglyceride สูงใน liquid fraction ส่วนใน intermediate และ solid fraction จะมี high – melting triglyceride สูง และสูงกว่า SPD และ MC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าปริมาณการกระจายตัวของ fatty acid และ triglyceride ใน fraction ที่ได้นั้นขึ้นกับเทคนิคที่ใช้ในการแยกลำดับส่วน จะเห็นได้ว่า $SC-CO_2$ และ SPD จะให้ liquid fraction ที่มี unsaturated fatty acid น้อย ในขณะที่ MC จะให้ผลตรงกันข้ามคือ มี unsaturated fatty acid มากกว่า แต่ MC ก็มีข้อจำกัดของประสิทธิภาพในการแยกเนื่องจากแยกได้ fraction น้อยกว่า ในขณะที่วิธี $SC-CO_2$ และ SPD ที่แยกได้มากกว่า 2 fraction และให้กรดไขมันที่เฉพาะใน fraction แต่ SPD มีข้อเสียตรงเกิดการทำลาย triglyceride หรือ รวมตัวกันเป็น polymer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

ไขมันไก่บริเวณช่องท้อง จากโรงงานอาหารเบทเทอร์ จำกัด

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.2.1 อุปกรณ์ในการตกผลึกและแยกผลึก

3.2.1.1 แท่งกวน (2 ใบพัด เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 cm)

3.2.1.1 บีกเกอร์ 1000 ml เส้นผ่าศูนย์กลาง 9.5 cm

3.2.1.1 เครื่องกวน ความเร็วรอบ 50 rpm

3.2.1.1 อ่างทำความเย็นควบคุมอุณหภูมิ (cooling bath)

3.2.1.1 เครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็วสูง รุ่น T-42 K Milano , Italy

3.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.2.2.1 อ่างทำความร้อนควบคุมอุณหภูมิ (water bath)

3.2.2.2 เครื่องทำความเย็นด้วยน้ำ (cooling)

3.2.2.3 เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง รุ่น HR -200 ,A&D Company, Japan

3.2.2.4 คอนเดนเซอร์ (condenser)

3.2.2.5 เครื่องวัดสี Lovibond

3.2.2.6 ตู้อบลมร้อน (hot air oven)

3.3 สารเคมี

3.3.1 วิเคราะห์หาค่าไอโอดีน แบบวิจส์ (Iodine Number Wijs)

3.2.1.1 Wijs solution

3.2.1.2 โพแทสเซียมไอโอไดด์ (Potassium iodide)

3.2.1.3 ไซโคลเฮกเซน (Cyclohexane)

3.2.1.4 กรดอะซิติก (Glacial acetic acid)

3.2.1.5 น้ำแป้ง 1 % (1% Starch solution)

3.2.1.6 โซเดียมไธโอซัลเฟต (Sodium thiosulfate)

3.3.2 วิเคราะห์หาค่าสะปอนิฟิเกชั่น (Saponification Value)

3.3.2.1 กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid)

3.3.2.2 โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium hydroxide)

3.3.2.3 ฟีนอล์ฟทาลีน 1 % (Phenophthalein 1 %)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

97110

3.3.3 วิเคราะห์หาค่า % กรดไขมันอิสระ (% Free Fatty Acid)

3.3.3.1 เอทิลแอลกอฮอล์ 95 % (Ethyl alcohol 95 %)

3.3.3.2 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide)

3.3.3.3 ฟีนอล์ฟทาลีน 1 % (Phenophthalein 1 %)

3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.4.1 ขั้นตอนการเตรียมน้ำมัน

นำไขมันไก่ที่ได้มาจากโรงงานอุตสาหกรรมมาทำความสะอาดและหั่นขนาดประมาณ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วนำมาสกัดน้ำมันจากไขมันโดยใช้วิธีการสกัดแบบแห้งใช้อุณหภูมิ110° C นานประมาณ 20 นาที กรองกากไก่ออก นำน้ำมันใส่ขวดสีชา เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C คำนวณหา % ปริมาณน้ำมันที่เจียวได้

3.4.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการแยกลำดับส่วนไขมันไก่

3.4.2.1 ศึกษาหาช่วงอุณหภูมิในการตกผลึก (crystallization) โดยลดอุณหภูมิของน้ำมันลง ตั้งแต่ 40 °C จนถึง 4 °C ด้วยอ่างทำความเย็น (cooling bath)พร้อมทั้งกวนน้ำมันด้วยความเร็วรอบ 50 rpm สังเกตอุณหภูมิตั้งแต่น้ำมันเริ่มเป็นฝ้าจนถึงแข็งตัวหมด กำหนดอุณหภูมิ 2 – 3 ช่วงอุณหภูมิ โดยแบ่งช่วงอุณหภูมิเป็นช่วงห่างกันประมาณ 5-10 °C ที่เหมาะสมต่อการตกผลึกน้ำมันไก่

3.4.2.2 ศึกษาหาความเร็วรอบและเวลาของการหมุนเหวี่ยงที่เหมาะสมในการแยกส่วนของผลึกที่ได้โดยใช้เครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็วสูง วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD 3 X 3 ปัจจัยที่ศึกษา คือ เวลาในการหมุนเหวี่ยงของเครื่องที่ระดับ 5นาที 10นาที และ15 นาที และความเร็วรอบของการหมุนเหวี่ยงที่ระดับ 8000 rpm 10000 rpm และ12000 rpm เลือกเวลาและความเร็วรอบในการหมุนเหวี่ยงที่สามารถแยกของแข็งกับของเหลวออกจากกันได้อย่างชัดเจน

3.4.2.3 ศึกษาการตกผลึกของไขมันแข็งที่เวลาต่าง ๆ ณ.ช่วงอุณหภูมิที่กำหนด โดยวางแผนแบบ CRD เลือกเวลาในการตกผลึกที่ทำให้ปริมาณผลึกไขมันมีความเสถียร

ขั้นตอนและวิธีการแยกลำดับส่วนไขมันไก่โดย dry fractionation แบบ multiple – stage process ดังแสดงในรูปภาพที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพที่ 4 ขั้นตอนและวิธีการแยกลำดับส่วนไขมันไก่ โดย dry fractionation แบบ multiple – stage process

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 ศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำมันไก่ที่แยกส่วนออกมาได้

3.4.3.1 คุณสมบัติทางด้านเคมีและกายภาพ

- ปริมาณไขมันแข็งและน้ำมันเหลวที่แยกได้ในแต่ละส่วน (% w/w)
- Iodine Value (AOCS Official Method Cc 13a-43 ,1997)
- Saponification Value (AOCS Official Method 1d-92 ,1997)
- Free Fatty Acid (AOCS Official Method Cd 3-25 ,1997)
- Acid Value (AOCS Official Method Cd 3-25 ,1997)
- สี (AOCS Official Method 3d-63 ,1997)
- ค่าจุดหลอมเหลว (melting point) (AOCS Official Method Cc 1-25 , 1997)

แล้วทำการวิเคราะห์ผลที่ได้ทางสถิติด้วย ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

3.4.3.2 คุณสมบัติทางด้านทางประสาทสัมผัส

นำน้ำมันไก่ที่แยกลำดับส่วนออกมาได้ น้ำมันไก่เริ่มต้น น้ำมันปาล์ม (control) มาใช้ทอดเฟรนฟรายด์ ที่อุณหภูมิ 130 ° C นาน 4 นาที เพื่อนำมาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี 1-5 Point Hedonic Scale Scoring Test ในปัจจัย กลิ่น รสชาติ สี เนื้อสัมผัส ความชอบรวม ซึ่งแบ่งระดับของการให้คะแนนเป็น 5 ระดับ คือ 5 คะแนน เท่ากับ ชอบมาก 4 คะแนน เท่ากับ ชอบ 3 คะแนน เท่ากับ เฉย ๆ 2 คะแนน เท่ากับ ไม่ชอบ 1 คะแนน เท่ากับ ไม่ชอบมาก โดยใช้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร จำนวน 15-20 คน แล้วทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ตาราง ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เพื่อให้บอกคุณภาพของเฟรนฟรายด์ที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19713

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาหาปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากไขมันไก่โดยวิธีการเจียวแบบแห้ง

จากการทดลองหาปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากไขมันไก่โดยวิธีการเจียวแบบแห้ง เท่ากับ 77.13 ± 0.2 % (w/ w)

4.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการแยกลำดับส่วนไขมันไก่

4.2.1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการแยกลำดับส่วนไขมันไก่

4.2.1.1 ศึกษาหาช่วงอุณหภูมิในการตกผลึก (crystallization) โดยลดอุณหภูมิของน้ำมันลง ตั้งแต่ 40 ºC จนถึง 4 ºC ด้วยอ่างทำความเย็น (cooling bath)พร้อมทั้งกวนน้ำมันด้วยความเร็วรอบ 50 rpm สังเกตอุณหภูมิตั้งแต่น้ำมันเริ่มเป็นฝ้าจนถึงแข็งตัวหมด จากการทดลองอยู่ในช่วงอุณหภูมิ **10 –25 °C** จึงกำหนดช่วงอุณหภูมิในการตกผลึกเพื่อแยกลำดับส่วนน้ำมันไก่เป็น 2 ช่วง **คือ 22 –23 °C และ 12 –13 °C ตามลำดับ** ที่เหมาะสมต่อการตกผลึกน้ำมันไก่

4.2.2.2 ศึกษาหาความเร็วรอบและเวลาของการหมุนเหวี่ยงที่เหมาะสมในการแยกส่วนของผลึกที่ได้โดยใช้เครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็วสูง วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD 3 X 3 โดยมีปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่ เวลาในการหมุนเหวี่ยงของเครื่องนาน 5, 10 และ15 นาที และความเร็วรอบของการหมุนเหวี่ยงที่ระดับ 8000, 10000 และ12000 rpm ตามลำดับ ดังแสดงให้เห็นในตารางที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ตารางที่ 7 แสดงเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของไขมันแข็งที่แยกออกมาได้ที่แยกจากเครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็วสูงที่ความเร็วรอบและเวลาของการหมุนเหวี่ยงต่าง ๆ

เวลาที่ใช้ในการหมุนเหวี่ยง (นาที)	ความเร็วรอบในการหมุนเหวี่ยง (rpm)		
	8000	10000	12000
5	64.51 ± 0.73^{Aa}	58.47 ± 0.35^{Ba}	52.71 ± 0.18^{Ca}
10	62.39 ± 0.29^{Ab}	54.01 ± 0.19^{Bb}	50.71 ± 0.03^{Cb}
15	60.56 ± 0.39^{Ac}	48.67 ± 0.37^{Bc}	42.67 ± 0.06^{Cc}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแนวนอนไม่มีแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากตารางที่ 7 ปริมาณไขมันแข็งที่แยกออกมาได้ที่แยกจากเครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็วสูงที่ความเร็วรอบและเวลาของการหมุนเหวี่ยงต่าง ๆ มีความแตกต่างกัน ($P < 0.05$) โดยถ้าเพิ่มความเร็วรอบและเวลาของการหมุนเหวี่ยง จะมีแนวโน้มทำให้ปริมาณของไขมันแข็งที่แยกออกมาได้น้อยลง ดังนั้นจะเลือกใช้ความเร็วรอบและเวลาที่เหมาะสมในการแยกส่วนของผลึกที่ได้โดยใช้เครื่องหมุนเหวี่ยง คือ เวลาในการหมุนเหวี่ยง 15 นาที และความเร็วรอบในการหมุนเหวี่ยง 12000 rpm เนื่องจากสามารถแยกปริมาณของแข็งได้น้อยที่สุดแสดงว่าสามารถแยกของแข็งกับของเหลวออกจากกันได้ดี และสามารถแยกของแข็งและของเหลวออกจากกันเป็นชั้นได้อย่างชัดเจน

4.2.2.3 ศึกษาการตกผลึกของไขมันแข็งที่เวลาต่าง ๆ ณ.ช่วงอุณหภูมิที่กำหนด โดยวางแผนแบบ CRD เลือกเวลาในการตกผลึกที่ทำให้ปริมาณผลึกไขมันมีความเสถียร จากการทดลองได้ผลการทดลองดังนี้

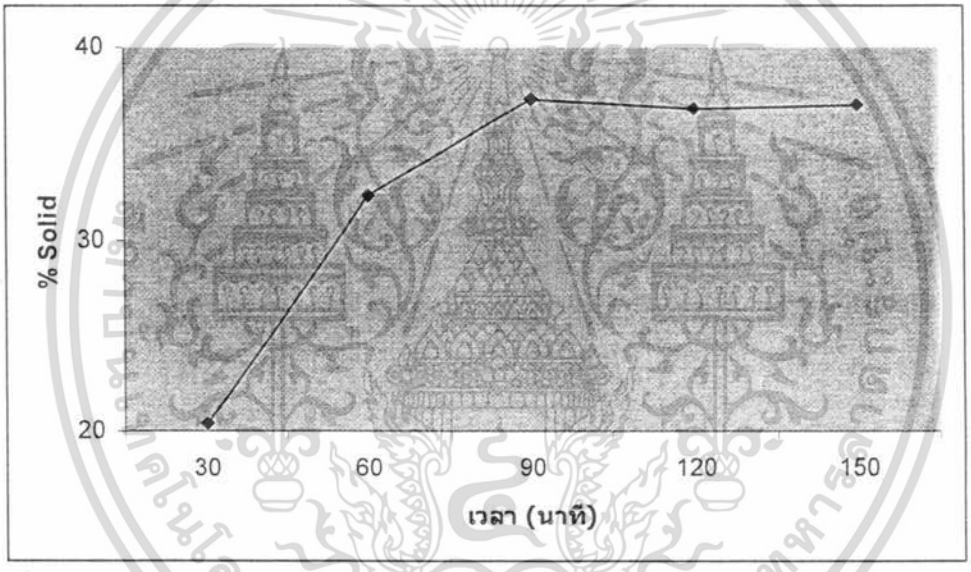
4.2.2.3.1 การศึกษาปริมาณของไขมันแข็งที่เวลาในการกวนต่าง ๆ เพื่อใช้ตกผลึกน้ำมันไก่เริ่มต้น ที่อุณหภูมิ 22-23°C (ช่วงอุณหภูมิกำหนดที่ 1) ซึ่งแยกไขมันแข็งที่เกิดขึ้นด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็วสูงที่ความเร็วรอบ12000 rpm นานเวลา 15 นาที แสดงให้เห็นดังตารางที่ 8 และรูปภาพที่5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณของไขมันแข็งที่เกิดขึ้นจากการตกผลึกของน้ำมันไก่เริ่มต้นที่ใช้เวลาในการกวนที่ต่างกัน ที่อุณหภูมิ 22-23°C

ปริมาณของไขมันแข็ง(% w/w) (X ± SD)	เวลา (นาที)				
	30	60	90	120	150
	20.45 ±0.085[a]	33.24±0.082[b]	37.24±0.185[c]	36.8±0.221[c]	37.01±0.705[c]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



รูปภาพที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง%ปริมาณไขมันแข็งที่แยกออกมาได้กับเวลาในการกวนต่าง ๆของน้ำมันไก่เริ่มต้น ที่อุณหภูมิ 22-23 °C

จากตารางที่ 8 พบว่าปริมาณของไขมันแข็งที่เกิดขึ้นโดยใช้เวลาในการกวนต่าง ๆที่อุณหภูมิ 22-23°C มีความแตกต่างกัน ($P < 0.05$)โดยเวลาที่ใช้ในการกวนเพื่อตกผลึกน้ำมันไก่เริ่มต้น ที่ทำให้ปริมาณไขมันแข็งที่เกิดขึ้นเริ่มมีความคงตัวและความเสถียร เท่ากับ 90 นาที

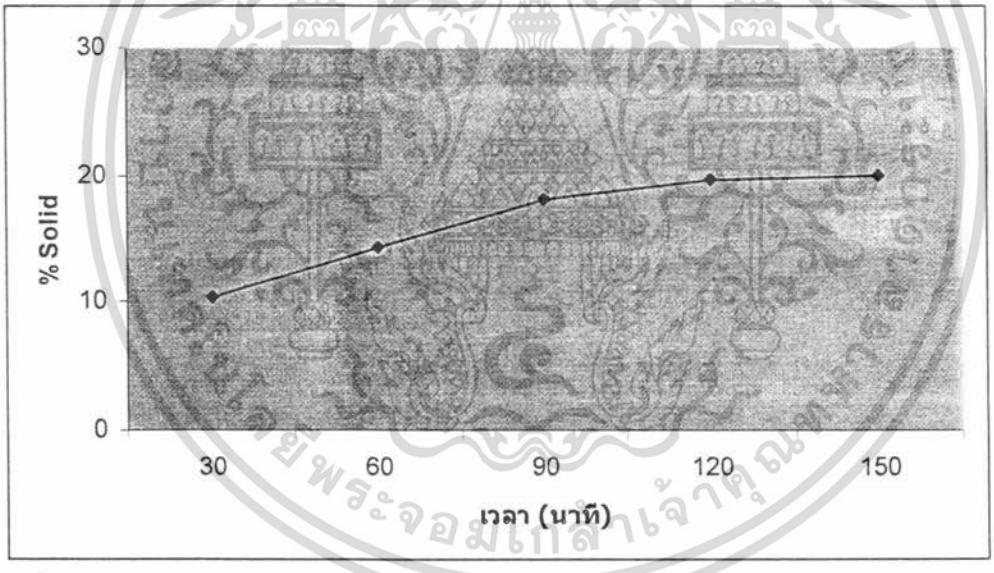
4.2.2.3.1 การศึกษาปริมาณของไขมันแข็ง ที่ใช้เวลาในการกวนแตกต่างกัน ตกผลึกน้ำมัน Fraction 2 ที่อุณหภูมิ 12 – 13 °C (ช่วงอุณหภูมิกำหนดที่ 2) ซึ่งแยกไขมันแข็งที่เกิดขึ้นด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็วสูงที่ความเร็วรอบ12000 rpm นานเวลา 15 นาที แสดงให้เห็นดังตารางที่ 9 และรูปภาพที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยปริมาณของไขมันแข็งที่เกิดขึ้นจากการตกผลึกของน้ำมัน Fraction 2 ที่ใช้เวลาในการกวนที่ต่างกัน ที่อุณหภูมิ 12-13°C

ปริมาณไขมันแข็ง (% w/w) (X ± SD)	เวลา (นาที)				
	60	90	120	150	180
	10.28 ± 0.17^{a}	14.45 ± 0.067^{b}	18.19 ± 0.157^{c}	19.76 ± 0.15^{d}	20.05 ± 0.02^{d}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

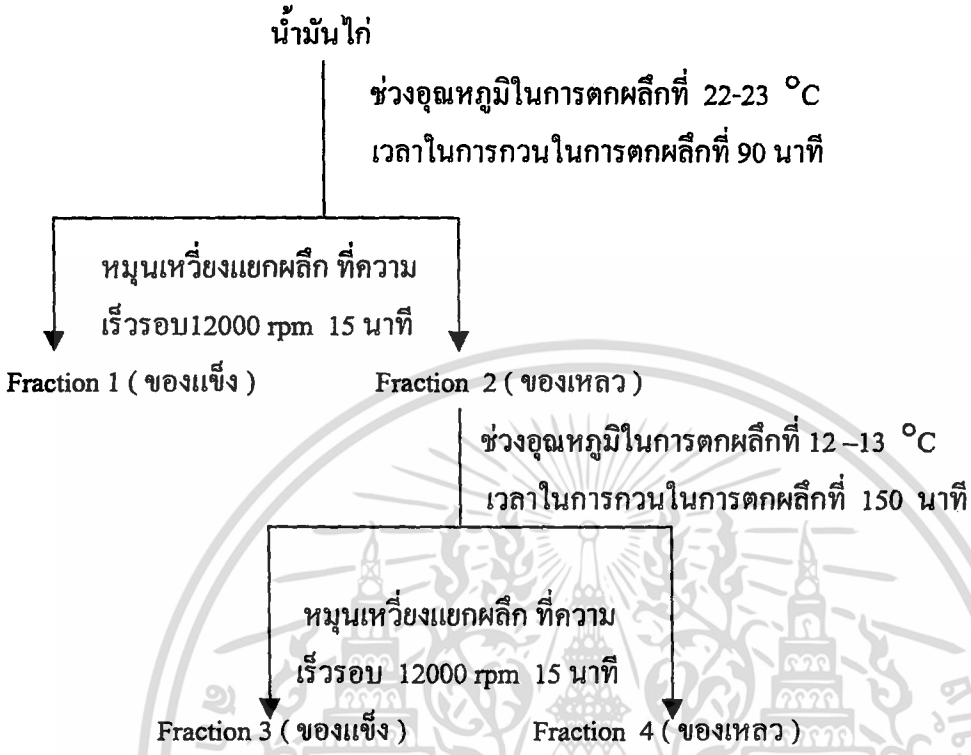


รูปภาพที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง %ปริมาณไขมันแข็งที่แยกออกมาได้ของกับเวลาในการกวนต่าง ๆของ Fraction 2 ที่อุณหภูมิ 12-13 °C

จากตารางที่ 9 พบว่าปริมาณของไขมันแข็งที่เกิดขึ้นโดยใช้เวลาในการกวนแตกต่างที่อุณหภูมิ 12-13°C มีความแตกต่างกัน ($P < 0.05$) โดยเวลาที่ใช้ในการกวนเพื่อตกผลึกน้ำมันไก่ Fraction 2 ที่ทำให้ปริมาณไขมันแข็งที่เกิดขึ้นเริ่มมีความคงตัวและความเสถียร เท่ากับ 150 นาที

วิธีการและขั้นตอนการแยกลำดับส่วนน้ำมันไก่ที่เหมาะสม โดยวิธี dry fractionation แบบ multiple – stage process ที่ได้จากการศึกษา ดังแสดงในรูปภาพที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 7 วิธีการและขั้นตอนการแยกลำดับส่วนน้ำมันไก่ที่ได้จากการศึกษา โดยวิธี dry fractionation แบบ multiple – stage process

4.3 ศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำมันไก่ที่แยกส่วนออกมาได้

4.3.1 การศึกษาคุณสมบัติทางด้านเคมีและกายภาพของน้ำมันไก่ที่แยกส่วนออกมาได้

นำน้ำมันไก่เริ่มต้นและน้ำมันไก่ที่แยกลำดับส่วนออกมาได้มาทำการตรวจสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพและเคมีโดยตรวจหาปริมาณไขมันแข็งและน้ำมันเหลวที่แยกได้ในแต่ละส่วน (w/w) สี จุดหลอมเหลว Iodine Value, Saponification Value, Free Fatty Acid และ Acid Value ดังแสดงในตารางที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 คุณสมบัติทางด้านเคมีและกายภาพของน้ำมันไก่เริ่มต้นและน้ำมันไก่ที่แยกส่วนได้จากช่วงอุณหภูมิแตกต่างกัน

คุณสมบัติ	น้ำมันไก่เริ่มต้น	Fraction			
		1 ของแข็ง ที่ 22-23 °C	2 ของเหลว ที่ 22-23 °C	3 ของแข็ง ที่ 12-13 °C	4 ของเหลว ที่ 12-13 °C
Yield (%)	100	40.99±0.66	59.81 ±0.66	11.15±1.28	48.66±1.43
Iodine Value (IV)	77.52±0.83^{c}	72.35±0.30^{d}	82.78±0.97^{b}	72.80±0.21^{d}	85.50±1.34^{a}
Saponification Value (SV)	169.06±0.30^{d}	175.09±0.16^{c}	181.03±0.19^{b}	175.45±0.45^{c}	188.78±0.51^{a}
Free Fatty Acid (%)	0.784±0.007^{c}	0.741±0.002^{d}	0.817±0.001^{b}	0.786±0.002^{c}	0.861±0.005^{a}
Acid Value	1.56±0.131^{c}	1.475±0.001^{d}	1.63±0.002^{b}	1.56±0.003^{c}	1.713±0.01^{a}
สี (Lovibond)^{ns}	เบอร์1 (Light colored fat)	เบอร์1 (Light colored fat)	เบอร์1 (Light colored fat)	เบอร์1 (Light colored fat)	เบอร์1 (Light colored fat)
จุดหลอมเหลว (°C)	33-35	44-46	27 – 29	38-39	18-20

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากตารางที่ 10 พบว่า เมื่อแยกลำดับส่วนที่อุณหภูมิ 22-23 °C จะได้ปริมาณไขมันเหลวมากกว่าไขมันแข็ง และเมื่อนำของเหลวมาแยกลำดับส่วนต่อที่อุณหภูมิ 22-23 °C จะได้ปริมาณของเหลวมากกว่าของแข็งเช่นเดียวกัน

ค่า Iodine Value (IV) ของแต่ละ Fraction ที่แยกออกมาได้มีความแตกต่างกัน โดยส่วนที่เป็นของเหลวจะมีค่า IV มากกว่าของแข็ง ซึ่งแสดงว่ามีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงกว่า แต่ส่วนที่เป็นของแข็งทั้งสอง Fraction ไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) ส่วนของเหลวทั้งสอง Fraction มีค่า IV แตกต่างกัน($P<0.05$) โดยส่วนที่ได้จากการแยกลำดับส่วนครั้งต่อมามีแนวโน้มค่า IV สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อเทียบกับน้ำมันไก่เริ่มต้นจะเห็นได้ว่าส่วนของแข็งจะมี IV น้อยกว่า ขณะที่ส่วนของไขมันเหลวจะมี IV สูงกว่า ดังแสดงในรูปภาพที่ 8

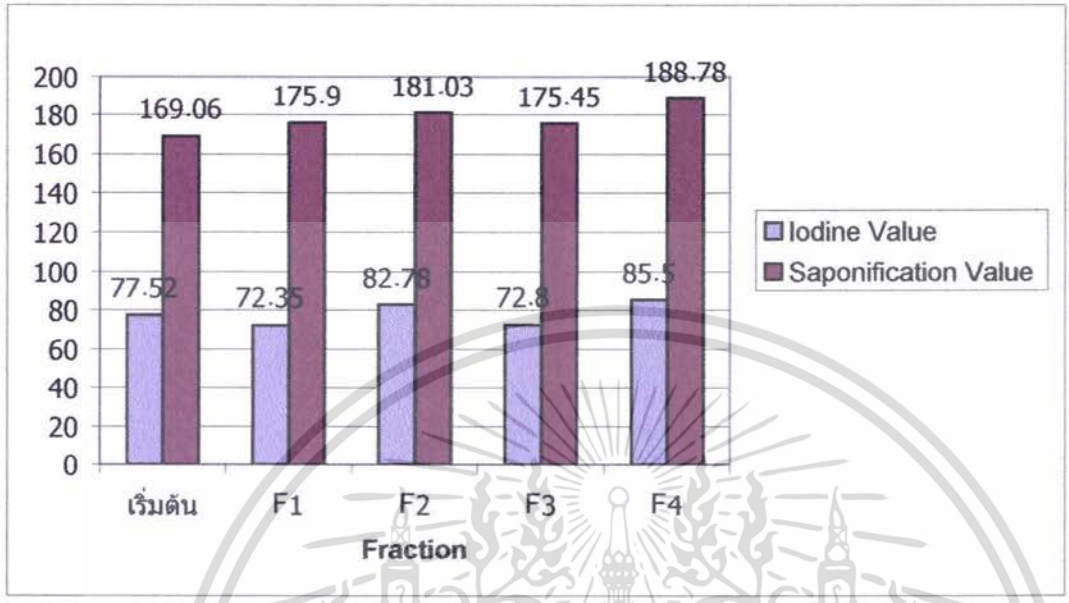
ค่า Saponification Value (SV) ของไขมันแต่ละส่วนที่แยกได้มีความแตกต่างกัน ($P < 0.05$) โดยส่วนของไขมันเหลวจะมีค่า SV มากกว่าของไขมันแข็ง ซึ่งแสดงว่าขนาดโมเลกุลของกรดไขมันต่ำกว่า แต่ส่วนที่เป็นของแข็งทั้งสอง Fraction ไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) ส่วนของเหลวทั้งสอง Fraction มีความแตกต่างกัน ($P < 0.05$) โดยส่วนที่ได้จากการแยกลำดับส่วนครั้งต่อมามีแนวโน้มค่า SV สูงขึ้น และเมื่อเทียบกับน้ำมันไก่เริ่มต้นจะเห็นได้ว่าทุกส่วนมีค่า SV ที่สูงกว่า ดังแสดงในรูปภาพที่ 8

Free Fatty Acid (FFA) และ Acid Value (AV) ของไขมันแต่ละส่วนที่แยกได้มีความแตกต่างกัน ($P < 0.05$) โดยส่วนของไขมันเหลวมีค่าความเป็นกรดทั้งสองชนิดมากกว่าส่วนของไขมันแข็ง ดังแสดงในรูปภาพที่ 9

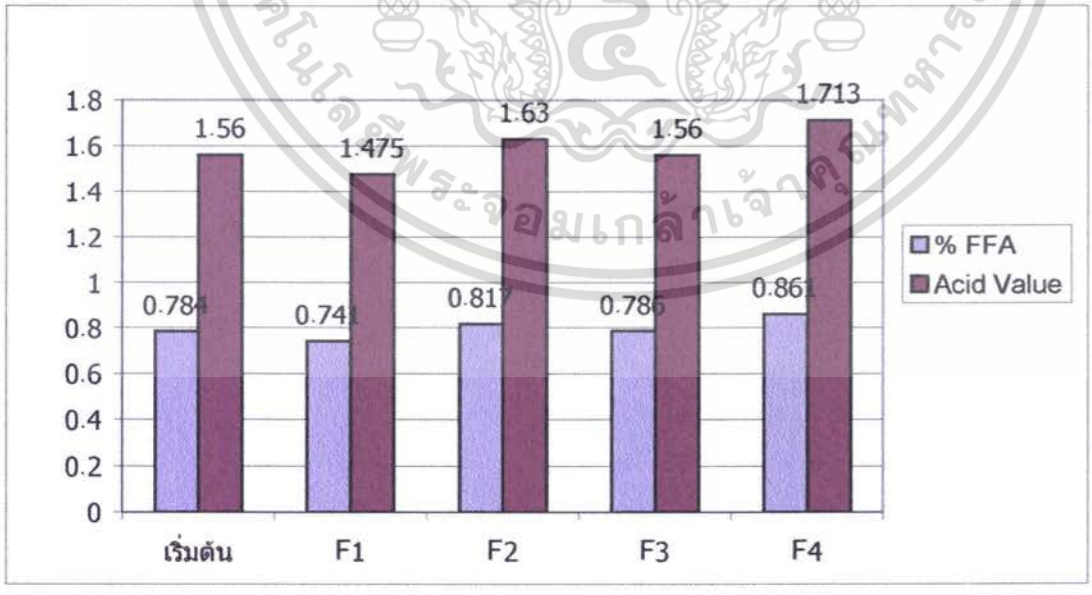
สีของน้ำมันแต่ละ Fraction ที่แยกออกมาได้และน้ำมันไก่เริ่มต้นไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) เนื่องจากเครื่องวัดสี Lovibond มีสเกล (scale) แยกความแตกต่างของสีไม่ละเอียดพอ เมื่อนำมาวัดสีของน้ำมันจึงทำให้สีไม่มีความแตกต่างกันแต่เมื่อมองด้วยสายตาสามารถแยกความแตกต่างสีของน้ำมันได้ ดังนั้นในการทดลองต่อไปอาจจะต้องใช้เครื่องวัดสีชนิดอื่นที่บอกถึงความแตกต่างได้ชัดเจนกว่านี้

จุดหลอมเหลวของน้ำมัน พบว่า น้ำมันที่แยกลำดับส่วนได้ในครั้งแรกจะมีแนวโน้มของจุดหลอมเหลวที่มากกว่าน้ำมันที่ได้จากการแยกลำดับส่วนลำดับต่อมา เมื่อเปรียบเทียบระหว่างส่วนของแข็งกับของแข็ง และส่วนของเหลวกับของเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณค่า Iodine Value และ ค่า Saponification Value กับส่วนที่ถูกแยกลำดับส่วนออกมาได้



รูปภาพที่ 9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณค่า % Free Fatty Acid และ ค่า Acid Value กับส่วนที่ถูกแยกลำดับส่วนออกมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การศึกษาคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของเฟรนฟรายด์ที่ทอดด้วยน้ำมันไก่ที่แยกส่วนได้

นำน้ำมันปาล์ม (Control) น้ำมันไก่เริ่มต้นและน้ำมันไก่ที่แยกลำดับส่วนออกมาได้มาใช้ทอดเฟรนฟรายด์ เพื่อทำการตรวจสอบทางด้านประสาทสัมผัส ด้านกลิ่น รสชาติ สี เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยแสดงให้เห็นดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าคะแนนเฉลี่ยผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเฟรนฟรายด์ที่ทอดในน้ำมันที่มีคุณภาพแตกต่างกัน

ชนิดของน้ำมันที่ใช้ทอดเฟรนฟรายด์	ปัจจัย				
	กลิ่น	รสชาติ	สี	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
น้ำมันปาล์ม (Control)	2.00 ± 0.65^{c}	2.53 ± 0.92^{c}	$3.60\pm.091^{a}$	2.87 ± 0.99^{c}	3.00 ± 0.93^{b}
น้ำมันไก่เริ่มต้น	3.07 ± 0.96^{b}	3.13 ± 0.83^{b}	3.27 ± 0.59^{b}	3.20 ± 1.15^{b}	3.06 ± 5.94^{b}
Fraction 1 ของแข็งที่อุณหภูมิ 22-23 °C	2.94 ± 0.93^{b}	2.88 ± 1.03^{b}	2.88 ± 1.20^{c}	2.81 ± 0.98^{c}	2.75 ± 1.06^{b}
Fraction 2 ของเหลวที่อุณหภูมิ 22-23 °C	3.07 ± 0.96^{b}	3.13 ± 0.74^{b}	3.40 ± 0.63^{b}	2.80 ± 0.86^{c}	3.06 ± 0.80^{b}
Fraction 3 ของแข็งที่อุณหภูมิ 12-13 °C	3.26 ± 0.88^{b}	2.93 ± 0.96^{b}	3.14 ± 0.83^{b}	2.80 ± 0.94^{c}	3.20 ± 0.77^{b}
Fraction 4 ของเหลวที่อุณหภูมิ 12-13 °C	3.93 ± 0.83^{a}	3.93 ± 0.73^{a}	3.85 ± 0.77^{a}	3.85 ± 077^{a}	4.00 ± 0.78^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากตารางที่ 11 พบว่าผู้ทดสอบชอบกลิ่น รสชาติ สี เนื้อสัมผัส ความชอบรวม ของเฟรนฟรายด์ทอดแตกต่างกัน ($P < 0.05$) โดยผู้ทดสอบมีแนวโน้มชอบกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชอบรวมของเฟรนฟรายด์ที่ใช้น้ำมัน Fraction 4 ในการทอดมากที่สุด ส่วนสีผู้ทดสอบมีแนวโน้มชอบสีของเฟรนฟรายด์ที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์มและน้ำมัน Fraction 4 มากที่สุด จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของเฟรนฟรายด์ที่ใช้น้ำมันทอดที่มีคุณภาพแตกต่างกันพบว่า น้ำมัน Fraction 4 ผู้บริโภคชอบและยอมรับมากที่สุดในการใช้ทอดเฟรนฟรายด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

สามารถสกัดน้ำมันไก่ได้จากไขมันไก่บริเวณช่องท้องโดยวิธีเจียวแห้ง ได้เท่ากับ 77.13 ± 02 (%w / w) การแยกลำดับส่วนน้ำมันไก่ แบบ dry fractionation ประเภท multiple – stage พบช่วงอุณหภูมิของการตกผลึก 2 ช่วง 22-23 °C และ 12-13 °C โดยใช้เวลาในการกวนก่อผลึกด้วยความเร็วรอบ 50 rpm นาน 90 และ 150 นาที ตามลำดับ แยกผลึกไขมันที่เกิดขึ้นโดยเครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็วสูง ที่ความเร็วรอบ 12000 rpm นาน 15 นาที สามารถแยกส่วนน้ำมันออกได้เป็นสี่ส่วน สีของน้ำมันที่ผ่านการแยกลำดับส่วนไม่แตกต่างจากน้ำมันไก่เริ่มต้น จุดหลอมเหลวของไขมันแข็งสูงกว่าส่วนของไขมันเหลว ไขมันแข็งมีขนาดโมเลกุลของกรดไขมันโตกว่าและมีความอิ่มตัวสูงกว่าของไขมันเหลว ทั้งนี้ไขมันเหลวมีปริมาณ FFA และ AV มากกว่า ผู้บริโภคชอบและยอมรับเฟรนฟรายด์ที่ทอดด้วยน้ำมัน Fraction 4 มากที่สุด

น้ำมันที่แยกส่วนมาได้มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัส ในการใช้ประโยชน์จากน้ำมันเหล่านี้จะต้องเลือกให้เหมาะสมต่อคุณสมบัติของน้ำมันนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

อรวินท์ โทรกี และประชา บุญญศิริกุล. 2529. ไขมันและน้ำมัน. วารสารอาหาร 8

สุวรรณ เกษตรสุรรณ. 2529.ไข่และเนื้อไก่. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ ฯ : 240-248

Amer, M.A., D.E. Kupranycz, B.E. Baker. 1995. Physical and chemical characteristics of butter fat fraction obtained by crystallization from molten fat. Journal of the American Oil Chemist' Society. 62 : 1551-1557

Arul, J. 1988. Fractionation of Anhydrous milk fat by Short-Path Distillation . Journal of the American Oil Chemist' Society. 65 : 1642-1646

Bhaskar, A.R .1993. Anhydrous milk fat fractionation with continuouscontercurrent supercritical canbon dioxide. Journal of Food Science. 58 : 748-752

Breeding, C.J., R.T. Marshall. 1995. Crytallization of butter oil and separation by filter - centrifugation. Journal of the American Oil Chemist' Society. 72 : 449-453

Bussey, D.M., T.C. Ryan, J.I. Gray, M.E. Zabik. 1981. Fractionation and charaterization of edible tallow. Journal of Food Science. 46 : 526-530

Chen, H.1992. Fractionation of butter oil by supercritical carbon dioxide. Journal Dairy of Science. 75 : 2659 -2669

Deffense, E. 1987. Multiple – step butter oil fractionation and spreadable butter. Fett Wissenschaft Technologie. 89 : 502 -507

Deffense, E. 1993. Milk fat Fractionation Today : A Review. Journal of the American Oil Chemist' Society. 70 : 1193-1201

Fouad, F.M., F.R.Van de Voort., W.D. Marshall, P.G. Farrel. 1990. A critical evaluation of fractionation of butter oil. Journal of the American Oil Chemist' Society. 67 : 981-988

Fatouh, A.E., R.K. Singh, P.E. Koehler, G.A. Mahran, M.A.El. Ghandour, A.E. Metwally . 2003 . Chemical and thermal characteristic of buffalo butter oil fraction obtained by multi – step dry fractionation. Lebensmittel – Wissenschaft und – Technologie. 36 : 483-496

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

Kaylegian, E.K. 1993. Application of modified milk fat in food product . Journal of Dairy Science.76 : 1782 -1796

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kaylegian, E.K. and Robert, C.L.1995. Handbook of Milk Fat Fractionation Technology and Application . The American Oil Chemist' Society press. Lllinois :662

Mcdonald, P, Edward, R.A. and Greenhalgh, J.F.D. 1988. Animal Nutrition. 4th ed. Longman Group (FE) Ltd. Hong Kong : 543

O' Shea, M., R. Derery, F. Lawless, K .Keogh, C. Stanton. 2000. Enrichment of the conjugated linoleic acid content of bovine milk fat by dry fractionation. International Dairy Journal. 10 : 289-294

Patience, D.B., R.W. Hartel, D. Illingworth. 1999. Crystallization and pressure filtration of anhydrous milkfat : Mixing effects. Journal of the American Oil Chemist' Society. 76 : 585-594

Rizvi, S.S.H. and Bhaskar, A.R.1995. Supercritical fluid processing of milk fat fractionation. Food Technology.

Rolland, J.R., R.R. Riel.1966. Seperation of milk fat fraction by centrifugation. Journal Dairy Science. 49 : 608-616

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ตัวอย่างแบบทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดที่.....

แบบทดสอบความชอบของเฟรนฟรายด์ด้วยประสาทสัมผัส

แบบ Hedonic Scale

วันที่.....

ชื่อ.....

พิจารณาคุณภาพของเฟรนฟรายด์ด้านกลิ่นรส เนื้อสัมผัส รสชาติ สี และความชอบโดยรวม แบ่งคะแนนตามความชอบออกเป็น 5 ระดับคือ

1 = ไม่ชอบมาก
2 = ไม่ชอบ
3 = เฉย ๆ
4 = ชอบ
5 = ชอบมาก

ข้อแนะนำ ในระหว่างการชิมแต่ละตัวอย่าง ใช้น้ำล้างปากเพื่อป้องกันการสับสนระหว่างตัวอย่าง

ลักษณะที่ทดสอบ	รหัสตัวอย่าง					
กลิ่นรส						
รสชาติ						
สี						
เนื้อสัมผัส						
ความชอบโดยรวม						

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

วิธีวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านกายภาพ และทางด้านเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วิธีวิเคราะห์หาจุดหลอมเหลว โดยหลอดคาปิลลารี (Capillary tube) ตามวิธี AOCS Official Method Cc 1-25 , 1997

วิธีการ

1. หลอมเหลวน้ำมันตัวอย่าง แลพกรองผ่านกระดากรองเพื่อกำจัดสิ่งที่ไม่บริสุทธิ์ออก
2. จุ่มหลอดคาปิลลารีอย่างน้อย 3 หลอดลงในของเหลวตัวอย่าง โดยให้มีความยาวประมาณ 10 มิลลิเมตร จากนั้นหลอมเหลวที่ปลายหลอดทั้ง 2 ด้านด้วยไฟ ระวังอย่าให้ไฟไหม้น้ำมัน
3. นำหลอดไปไว้ในบีกเกอร์ และเก็บไว้ในตู้เย็นที่ 4-10 °C เป็นเวลา 16 ชั่วโมง (ตัวอย่างต้องเป็นของเหลวทั้งหมดก่อนที่หลอดจะถูกนำไปเก็บไว้ในตู้เย็น)
4. นำหลอดออกจากตู้เย็น ผูกติดกับเทอร์โมมิเตอร์ด้วยหนังยางหรืออย่างอื่นที่เหมาะสม
5. แขวนเทอร์โมมิเตอร์ในบีกเกอร์ 600 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่นอยู่ครึ่งหนึ่งของบีกเกอร์ ก้นของเทอร์โมมิเตอร์ต้องจุ่มอยู่ในน้ำ
6. ปรับอุณหภูมิเริ่มต้นของอ่างอุณหภูมิให้เป็น 8-10 °C หรือต่ำกว่าจุดหลอมเหลวของตัวอย่าง กวนน้ำในบีกเกอร์และปรับเพิ่มอุณหภูมิในบีกเกอร์โดยอัตรา 0.5 °C / นาที
7. ไขมันจะผ่านช่วงที่เป็นสีน้ำนมก่อนที่จะหลอมเหลวหมด ให้ความร้อนจนกระทั่งหลอดคาปิลารีใส สังเกตอุณหภูมิที่แต่ละหลอดใส หาค่าเฉลี่ยโดยผลจะต่างไม่เกิน 0.5°C รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีวิเคราะห์หาค่าไอโอดีน (Iodine Value) ตามวิธี AOCS Official Method Cc 1d-92 , 1997

วิธีการ

1. หลอมเหลวน้ำมันตัวอย่าง ถ้าตัวอย่างยังไม่เป็นของเหลว (ระหว่างหลอมอุณหภูมิการหลอมไม่ควรเกิน จุดหลอมเหลวของน้ำมันตัวอย่างเกิน 16 °C) และกรองผ่านกระดาษกรอง 2 ชั้น เพื่อเอาของแข็งไม่บริสุทธ์ออก การกรองอาจทำในตู้อบที่ 80 – 58 °C แต่ควรทำภายในเวลา 5 นาที ± 3 วินาที เพราะว่าตัวอย่างจะแห้ง (เครื่องแก้วที่ใช้ต้องสะอาดและแห้ง)
2. หลังจากการกรอง ตัวอย่างจะต้องมีอุณหภูมิ 68 -71 ± 1 °C ก่อนชั่งตัวอย่าง
3. เมื่อตัวอย่างมีอุณหภูมิถึง 68 -71 ± 1 °C ชั่งตัวอย่างน้ำมันทันทีในขวดรูปชมพู่ 500 มิลลิลิตร โดยจะชั่งน้ำหนักดังตารางที่ 1ผ

ตารางที่ 1ผ แสดงค่าน้ำหนักของน้ำมันที่ต้องชั่ง ตามค่าประมาณของค่าไอโอดีน

Iodine Value expected	Mass , g ± 0.001
< 5	3.000
5 – 20	1.000
21 - 50	0.400
51 - 100	0.200
101- 150	0.130
151 - 200	0.100

4. เติม 15 มิลลิกรัม ไซโครเฮกเซน + กรดอะซิตริกเข้มข้น (1 : 1) ลงบนตัวอย่าง จากนั้นเขย่าจนตัวอย่างละลายหมด

5. เติม 25 มิลลิลิตร สารละลายวิจส์โดยปิเปตลงในขวดรูปชมพู่ที่บรรจุตัวอย่าง เขย่าจน ผสมเข้ากัน จับเวลา 1 หรือ 2 ชั่วโมง โดยขึ้นอยู่กับไอโอดีนของตัวอย่าง : IV < 150 , 1 ชั่งโมง ; IV > 150 , 2 ชั่งโมง

6. เก็บขวดตัวอย่างในที่มืดทันที ที่อุณหภูมิ 25 ± 5 °C

7. นำตัวอย่างออกจากที่เก็บ แล้วเติม 20 มิลลิลิตร ของสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ ตามด้วยน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ไทเทรตกับ 0.1 N สารละลาย $Na_2S_2O_3$ ไทเทรตจนกระทั่งเป็นสีเหลืองจาง ๆ เติม 1-2 มิลลิลิตร สารละลายแป้ง ไทเทรตจนกระทั่งสีน้ำเงินหายใจ จดปริมาตรที่ใช้

9. เตรียม blank อย่างน้อย 1 blank ในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

การคำนวณ

$$\text{ค่าไอโอดีน} = \frac{(B - S) \times N \times 12.69}{\text{Mass of sample , g}}$$

โดย

B = ปริมาตรสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ไทเทรตของ blank (มิลลิกรัม)

S = ปริมาตรสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ไทเทรตของตัวอย่าง (มิลลิกรัม)

N = นอมอลิตี้ ของสารละลาย $Na_2S_2O_3$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วิธีวิเคราะห์หาค่า Free Fatty Acid (FFA) ตามวิธี AOCS Official Method Ca 5a - 40

วิธีการ

1. ตัวอย่างต้องเป็นของเหลวก่อนชั่งน้ำหนัก อย่างไรก็ตามอย่าให้ความร้อนเกิน 10˚C จากจุดหลอมเหลว
2. ใช้ตารางที่ 2ผ ในการกำหนดน้ำหนักตัวอย่างสำหรับกรดไขมันในช่วงต่าง ๆ ชั่งน้ำหนักตัวอย่างตามที่วางแผน ลงในขวดรูปชมพู่

ตารางที่ 2ผ การกำหนดน้ำหนักตัวอย่างสำหรับกรดไขมันในช่วงต่าง ๆ

FFA range (%)	Sample (g)	Alcohol (mL)	Strength of Alkali
0.00 – 0.2	56.4 ± 0.2	50	1.0 N
0.2 – 1.0	28.2 ± 0.2	50	1.0 N
1.0 – 30.0	7.05 ± 0.05	75	0.25 N
30.0 – 50.0	7.05 ± 0.05	100	0.25 or 1.0 N
50.0 - 100	3.525 ± 0.001	100	1.0 N

3. เติม neutralize alcohol ร้อน ตามปริมาณที่ระบุในตาราง และเติม 2 มล. ฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์
4. ไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ เขย่าแรง ๆ จนกระทั่งเกิดสีชมพูแล้วไม่จางหายไป (สีชมพูต้องปรากฏอยู่ 30 วินาที) จดปริมาตรที่ใช้

วิธีการคำนวณ

$$\%FFA(oleic) = \frac{mL \;\; of \;\; alkali \times N \times 28.2}{mass, g \;\; of \;\; sample}$$

4. วิธีหาค่า Acid Value ตามวิธี AOCS Official Method Ca 5a – 40

วิธีการ

เปลี่ยนเปอร์เซนต์ Free Fatty Acids (as oleic) เป็นค่า Acid Value โดยคูณกัยแฟคเตอร์ 1.99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการคำนวณ

$$Acid\ \ Value = \%FFA(as\ \ oleic) \times 1.99$$

5. วิธีหาค่าสะปอนนิฟิเคชั่น (Saponification Value) AOAC Official Method 960.160

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 4 – 5 กรัม ใส่ 250 – 300 มล. ลงใน Erlenmyeyer flask
2. ปิเปต 50 มล. Alcoholic KOH ลงใน flask
3. ต่อ flask เข้ากับคอนแดนเซอร์และให้ความร้อนจนกระทั่ง ไขมันนั้น saponified อย่างสมบูรณ์ ส่วนใหญ่ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง
4. ทำให้เย็น ล้างภายในคอนแดนเซอร์ด้วยน้ำกลั่นจากนั้นนำ flask ออกมา
5. ไทเทรตกับ 0.5 N HCl โดยใช้ 1 มล. ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ ไทเทรตจนกระทั่งสีชมพูหายไป จดปริมาตร HCl ที่ใช้
6. เตรียม blank เพื่ทำการทดลองในเวลาเดียวกัน

การคำนวณ

$$Saponification\ \ Value = \frac{(B-S)\times(N)}{W} \times 56.1$$

โดย

B = ปริมาตร HCl ที่ใช้ในการไทเทรต blank

S = ปริมาตร HCl ที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง

N = นอมอลิตี้ของสารละลาย HCl

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3ผ การวิเคราะห์ทางด้านสถิติค่า % FFA ของน้ำมันไก่เริ่มต้นและน้ำมันที่แยกลำดับส่วนที่แยกออกมาได้

	SS	df	MS	F	Sig.
Between Groups	2.373E-02	4	5.933E-03	393.801	.000*
Within Groups	1.507E-04	10	1.507E-05		
Total	2.388E-02	14			

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 4ผ การวิเคราะห์ทางด้านสถิติค่าสะปอนนิฟิเคชั่นของน้ำมันไก่เริ่มต้นและน้ำมันที่แยกลำดับส่วนที่แยกออกมาได้

	SS	df	MS	F	Sig.
Between Groups	660.516	4	165.129	1301.321	.000*
Within Groups	1.269	10	.127		
Total	661.785	14			

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 5ผ การวิเคราะห์ทางด้านสถิติค่าเลขไอโอดีนของน้ำมันไก่เริ่มต้นและน้ำมันที่แยกลำดับส่วนที่แยกออกมาได้

	SS	df	MS	F	Sig.
Between Groups	414.411	4	103.603	144.54	.000*
Within Groups	7.157	10	.716		
Total	421.568	14			

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6ผ การวิเคราะห์ทางด้านสถิติค่าความเร็วรอบในการหมุนเหวี่ยงและเวลาในการหมุนเหวี่ยงของน้ำมันไก่

Source of variation	SS	df	MS	F	Sig.
Treatment	1205.308	4	301.327	2455.210	.000
ความเร็วรอบ (rpm)	916.402	2	458.201	3733.418	.000*
เวลา	288.906	2	144.453	117.002	.000*
ความเร็วรอบ (rpm) : เวลา	64.406	4	16.101	131.194	.000*
Model	1269.714	8	158.714	1293.202	
Residual	2.209	18	.123		
Total	1271.923	26	48.920		

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 7ผ การวิเคราะห์ทางด้านสถิติค่าปริมาณของไขมันแข็งของ fraction 2 ที่แยกลำดับส่วนออกมาได้ที่อุณหภูมิ 12 – 13°C ณ เวลาการกวนที่แตกต่างกัน

	SS	df	MS	F	Sig.
Between Groups	207.086	4	51.772	1977.018	.000*
Within Groups	.262	10	2.619E-02		
Total	207.348	14			

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8ผ การวิเคราะห์ทางด้านสถิติค่าคะแนนเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัส กลิ่น รสชาติ สี เนื้อสัมผัส ความชอบรวม ของเฟรนฟรายด์โดยใช้น้ำมันทอดที่แตกต่างกัน

		SS	df	MS	F	Sig.
กลิ่น	Between Groups	28.234	5	5.647	7.335	.000*
	Within Groups	64.666	84	.770		
	Total	92.900	89			
รสชาติ	Between Groups	15.644	5	3.129	4.055	.002*
	Within Groups	64.812	84	.772		
	Total	80.456	89			
สี	Between Groups	8.991	5	1.798	2.463	.039*
	Within Groups	61.331	84	.730		
	Total	70.322	89			
เนื้อสัมผัส	Between Groups	12.737	5	2.547	2.776	.023*
	Within Groups	77.085	84	.918		
	Total	89.822	89			
ความชอบรวม	Between Groups	13.233	5	2.647	3.751	.004*
	Within Groups	59.267	84	.706		
	Total	72.500	89			

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.
รูปภาพการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพที่ 1ผ การเจียวไขมันไก่แบบแห้ง

รูปภาพที่ 2ผ กากไก่ที่ได้จากการเจียว

รูปภาพที่ 3ผ อุปกรณ์การแยกลำดับส่วนน้ำมันไก่

รูปภาพที่ 4ผ การกวนก่อผลึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 นาที

60 นาที

90 นาที

120 นาที

150 นาที

รูปภาพที่ 5ผ แสดงการการตกผลึกที่เวลาในการกวนต่าง ๆ ของน้ำมันไก่เริ่มต้น ณ อุณหภูมิที่ 22 – 23 °C

60 นาที

90 นาที

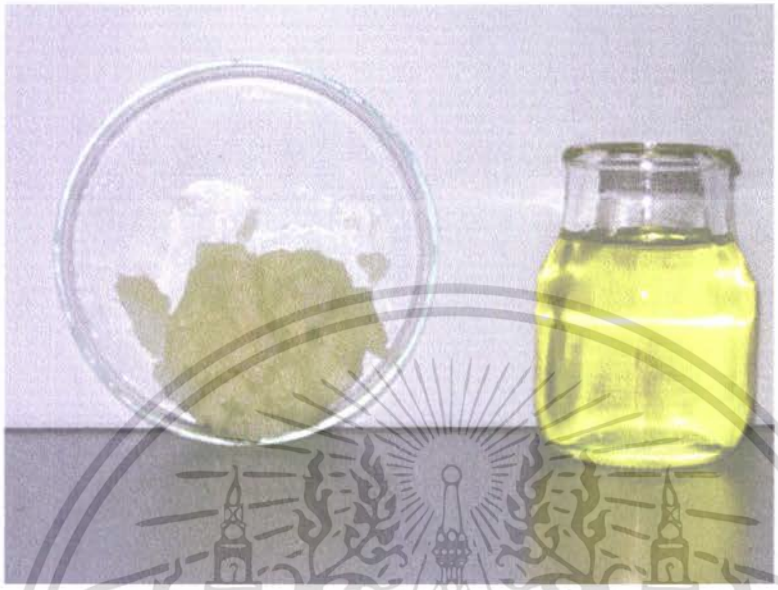
120 นาที

150 นาที

180 นาที

รูปภาพที่ 6ผ แสดงการตกผลึกที่เวลาในการกวนต่าง ๆ ของ fraction 2 ณ อุณหภูมิที่ 12 – 13 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 7ผ แสดงส่วนของแข็งและของเหลวที่แยกได้ ที่อุณหภูมิ 22-23 °C

รูปภาพที่ 8ผ แสดงส่วนของแข็งและของเหลวที่แยกได้ ที่อุณหภูมิ 12-13 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพที่ 9ผ แสดงภาพน้ำมันไก่เริ่มต้นและน้ำมันที่แยกลำดับส่วนออกมาได้

รูปภาพที่ 10ผ ลักษณะน้ำมันที่ผ่านการทอดเฟรนฟรายด์ได้แก่ น้ำมันปาล์ม น้ำมันไก่เริ่มต้น

Fraction 1 Fraction 2 Fraction 3 Fraction 4 (ตามลำดับจากซ้ายไปขวา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้