

ปัญหาพิเศษ (45499)
เรื่อง
ผลของสารยับยั้งออกซิเดชันในน้ำมันไก่กลั่นใส
(Effect of Antioxidant on Chicken Oil.)



เสนอ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)
พ.ศ. 2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13683



วิทยานิพนธ์ (45499)

เรื่อง

ผลของสารยับยั้งออกซิเดชันในน้ำมันไก่กลั่นใส

(Effect of Antioxidant on Chicken Oil)



T096977



โดย

นางสาวศิริลักษณ์ รัตนโชติวิวัฒน์

นางสาวศรารัตน์ กฤษณารักษ์

เสนอ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร

ลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

ป.พ. พ.ศ. 2532

ศ ๘๔๗

เลขหมู่..... 2532

เลขทะเบียน..... 96977

วันเดือนปี..... ๕ ๖ ๒๕๓๒

สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของสารยับยั้งออกซิเดชันในน้ำมันไก่กลั่นใส
(Effect of Antioxidant on Chicken Oil)

โดย

นางสาวศิริลักษณ์ รัตนโชติวิวัฒน์
นางสาวศรวิทย์ กฤษณวรรณ

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก...

- 29/03/32 อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(อาจารย์รุจิรา ตาปราบ)
- 30/03/32 กรรมการของภาควิชา
(อาจารย์ระติพร หาเรือนกิจ)
- 30/03/32 กรรมการของภาควิชา
(อาจารย์อนงค์ วรอุไร)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....
(อาจารย์เขาวลัักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 30 เดือน 03 พ.ศ. 32

ลง
ศ 484 ๗
2531

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บทคัดย่อ

เรื่อง

ผลของสารยับยั้งออกซิเดชันในน้ำมันไก่กลั่นใส (Effect of Antioxidant on Chicken Oil)

งานทดลองนี้ได้ศึกษาถึงผลของสารยับยั้งออกซิเดชัน (Oxidation) คือ BHA (Butylated Hydroxyanisole), BHT (Butylated Hydroxytoluene) และ BHA ผสมกับ BHT ที่มีผลต่อการเก็บรักษาน้ำมันไก่ในแง่ของระยะเวลา ความเข้มข้น ในปริมาณ 100 ppm และ 200 ppm และระยะเวลาที่ศึกษา 6 สัปดาห์ โดยใช้ค่า PV (Peroxide Value) เป็นตัวบ่งชี้ถึงสมรรถนะของสารยับยั้งออกซิเดชันต่อน้ำมันไก่กลั่นใส พบว่าปริมาณของ BHA 100 ppm สามารถยับยั้งการเกิดออกซิเดชันได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับตัวอย่างอื่นในการทดลอง ส่วนระยะเวลานั้นทั้ง BHA และ BHT มีผลการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันได้ใกล้เคียงกันที่ 3 สัปดาห์

นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาสมรรถนะการยอมรับน้ำมันไก่ในการนำมาใช้เป็นน้ำมันปรุงอาหาร เปรียบเทียบการยอมรับของผู้บริโภคในแง่ของสี กลิ่น ความใส (เมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 20 °C) ระหว่างน้ำมันไก่ธรรมชาติ น้ำมันไก่กลั่นใส น้ำมันพืช และน้ำมันหมู พบว่า น้ำมันไก่ธรรมชาติได้รับการยอมรับเป็นอันดับสอง รองจากน้ำมันพืช ส่วนน้ำมันไก่กลั่นใสผู้บริโภคนิยมรับน้อยที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แป้งที่ทอดด้วยน้ำมันทั้ง 4 ชนิด พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วยน้ำมันต่างๆมีความแตกต่างในด้านกลิ่นเล็กน้อย ส่วนในด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับทั่วไปพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สามารถสำเร็จลงได้ด้วยความดี ด้วยความช่วยเหลือของ อาจารย์วรณดา ตั้งเจริญชัย และ อาจารย์รุจิรา ศาปราชญ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำต่าง ๆ เป็นอย่างดี

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณบริษัท ไท่สตรี้ไทย จำกัด ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ให้ผมได้ไปในการทำปัญหาพิเศษ ตลอดจนคุณวรณดา ภาณุฉัตรนระ ผู้จัดการฝ่ายผลิต และคุณอรุณการ โนธิ์กะ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการขนส่งไขมันไก่

ขอขอบพระคุณ คุณวิฑิตกร ชินโย ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ด้านเครื่องคอมพิวเตอร์ ขอบพระคุณพี่เร่ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาคชีวอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช และภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือด้านอุปกรณ์ สารเคมีและคำแนะนำต่าง ๆ

รวมทั้งขอขอบคุณเพื่อนที่ช่วยทดลองชิมผลิตภัณฑ์ ช่วยอยู่เป็นเพื่อนในการทำปัญหาพิเศษตอนกลางคืน ตลอดจนช่วยเป็นกำลังใจด้วยดี

และที่ล้ำค่ายิ่งยิบ ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่สั่งสอนให้มีความอดทนต่ออุปสรรคต่าง ๆ ให้กำลังใจและห่วงใยในการทำปัญหาพิเศษเสมอมา

ท้ายที่สุดต้องขอใจตัวเองที่มีความเข้มแข็ง อดทน และบากบั่นทนทานเป็นที่สุด ที่สามารถฟันฝ่าอุปสรรคลงได้ด้วยดี

ศิริลักษณ์ รัตนโชติวิวัฒน์

ศราวณีย์ กฤษณาวรรณ

มีนาคม 2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	(1)
สารบัญตารางผลการทดลอง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
สารบัญภาพภาคผนวก	(5)
คำนำ	1
ตรวจเอกสาร	2
การทดลอง	20
ผลการทดลอง	30
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	47
ข้อเสนอแนะ	57
เอกสารอ้างอิง	58
ภาคผนวก ก.	60
ภาคผนวก ข.	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ปริมาตรร้อยละของกรดไขมัน โดยน้ำหนักที่มีอยู่ในน้ำมัน และไขมันที่ใช้บริโภค	7
2 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันไก่ธรรมชาติและน้ำมันไก่บริสุทธิ์ (กั่นไล)	9



(1)
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางผลการทดลอง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันไก่ ธรรมชาติและน้ำมันไก่กลั่นใส	30
2 แสดงปริมาณน้ำมันที่ได้หลังจากผ่านกระบวนการต่างๆ	30
3 แสดงผลของการสลายตัวของน้ำมันไก่กลั่นใสที่อุณหภูมิห้อง เมื่อตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	31
4 แสดงผลการศึกษามวลของสารขบยั้งออกซิเดชั่นในน้ำมันไก่ กลั่นใส เมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลา 1-6 สัปดาห์	31
5 แสดงคะแนนเฉลี่ยของสีและกลิ่นของน้ำมันไก่ก่อนและหลัง กลั่นใส เปรียบเทียบกับน้ำมันพืชและน้ำมันหมู	32
6 แสดงคะแนนเฉลี่ยของความใสของน้ำมันไก่ก่อนและหลัง กลั่นใส เทียบกับน้ำมันพืชและน้ำมันหมู เมื่อตั้งทิ้งไว้ที่ อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส	32
7 แสดงคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบด้านประสาทสัมผัส ในการใช้น้ำมันไก่ก่อนและหลังกลั่นใสทดสอบผลิตภัณฑ์แบ่งทอด เทียบกับน้ำมันพืชและน้ำมันหมู ในด้านของกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับทั่วไป	33
8 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติของสี	33
9 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติของกลิ่น	34
10 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติของความใส ที่อุณหภูมิห้อง	34
11 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติของความใส ที่มีอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส	35
12 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติในด้านกลิ่น ของผลิตภัณฑ์	35
13 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติในด้าน รสชาติของผลิตภัณฑ์	36
14 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติในด้าน เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์	36

(2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางผลการทดลอง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 15 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างทางสถิติในด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์	37
16 สรุปความแตกต่างของการยอมรับในคุณภาพด้านต่างๆ เปรียบเทียบระหว่างน้ำมันชนิดต่างๆ	37
17 สรุปความแตกต่างของการยอมรับในคุณภาพด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วยน้ำมันชนิดต่างๆ	38



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 แสดงปฏิกิริยาเคมีของเปอร์ออกไซด์	11
2 แสดงการหยุดปฏิกิริยาของ free radical โดย BHA	15
3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า PV และ IV ของน้ำมันไก่ กลั่นใส เมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง	39
4 แสดงค่า PV ของตัวอย่างเมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 1-6 สัปดาห์	40
5 แสดงค่า PV ของตัวอย่างที่ 1-6 ที่เวลา 1 สัปดาห์	41
6 แสดงค่า PV ของตัวอย่างที่ 1-6 ที่เวลา 2 สัปดาห์	41
7 แสดงค่า PV ของตัวอย่างที่ 1-6 ที่เวลา 3 สัปดาห์	42
8 แสดงค่า PV ของตัวอย่างที่ 1-6 ที่เวลา 4 สัปดาห์	42
9 แสดงค่า PV ของตัวอย่างที่ 1-6 ที่เวลา 5 สัปดาห์	43
10 แสดงค่า PV ของตัวอย่างที่ 1-6 ที่เวลา 6 สัปดาห์	43
11 แสดงค่า PV ของตัวอย่างที่ 1 ที่เวลา 1-6 สัปดาห์	44
12 แสดงค่า PV ของตัวอย่างที่ 2 ที่เวลา 1-6 สัปดาห์	44
13 แสดงค่า PV ของตัวอย่างที่ 3 ที่เวลา 1-6 สัปดาห์	45
14 แสดงค่า PV ของตัวอย่างที่ 4 ที่เวลา 1-6 สัปดาห์	45
15 แสดงค่า PV ของตัวอย่างที่ 5 ที่เวลา 1-6 สัปดาห์	46
16 แสดงค่า PV ของตัวอย่างที่ 6 ที่เวลา 1-6 สัปดาห์	46

(4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตามภาคผนวก

	หน้า
ภาพที่ 1 การเก็บไขมันไก่ขณะขนส่ง	79
2 การเตรียมไขมันไก่ก่อนทำการสกัด	80
3 การเตรียมไขมันไก่ก่อนทำการสกัด	80
4 การสกัดน้ำมันไก่แบบแห้งในระยะแรก	81
5 การสกัดน้ำมันไก่แบบแห้ง เมื่อได้ที่แล้ว	81
6 การกรองกาก	82
7 การกำจัด FFA ช่วงเติมต่างที่มากเกินพอ	83
8 การกำจัด FFA ช่วงที่ล้างต่างที่มากเกินพอออก	84
9 การกำจัดสปีภายในใต้สถานะสูญญากาศ	85
10 การกรอง activated clay ในการกำจัดกลิ่น	85
11 กำจัดกลิ่นในหม้อหนึ่งความดัน	86
12 การกำจัดน้ำ	87
13 เปรียบเทียบสีและความใส ของน้ำมันไก่ธรรมชาติ (1) น้ำมันไก่กลิ่นใส (2) น้ำมันพืช (3) และน้ำมันหมู (4)	88

คำนำ

ไขมันและน้ำมันจัดเป็นอาหารที่มีความจำเป็นสำหรับทุกคน ใช้ในการประกอบอาหารประเภททอด หรือทอด ซึ่งจะมีส่วนช่วยในการเสริมกลิ่นและรสชาติของอาหาร นอกจากนี้ยังเป็นอาหารที่ให้พลังงานสูงที่สุด และให้คุณค่าทางโภชนาการ เนื่องจากมีความสามารถในการละลายวิตามินบางชนิด เช่น เอ ดี อี และ เค รวมทั้งเป็นแหล่งของกรดไขมันที่จำเป็น (Essential fatty acid) ที่ร่างกายสังเคราะห์เองไม่ได้อีกด้วย

ในปัจจุบันการผลิตไก่สดแช่แข็งส่งออกนับว่าเป็นอุตสาหกรรมที่ทำรายได้ให้แก่ประเทศไทยเป็นอย่างมาก โดยผลผลิตได้จากอุตสาหกรรมประเภทนี้คือไขมันไก่ซึ่งโรงงานจะจัดจำหน่ายในวาคายูก และโดยทั่วไปแล้วน้ำมันที่ใช้ในการบริโภคได้แก่น้ำมันพืช และน้ำมันหมู ซึ่งมีราคาสูงกว่า ดังนั้นการนำเอาไขมันไก่มาแปรรูปเป็นน้ำมันบริโภคจึงเป็นการเพิ่มมูลค่าของสินค้าวิธีหนึ่ง

ปัญหาสำคัญที่พบในการ เก็บรักษาไขมันและน้ำมัน คือ การเกิดกลิ่นหืน ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน การที่จะสามารถผลิตน้ำมันให้มีคุณภาพดีจำเป็นต้องทำการศึกษาถึงสารที่สามารถยับยั้งปฏิกิริยานี้ได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษานิตและควมเข้มข้นของสารยับยั้งออกซิเดชันที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการ เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ในน้ำมันไก่กลิ่นใส
2. ศึกษาคุณภาพน้ำมันไก่กลิ่นใส เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันปรุงอาหารอื่นที่ใช้ในท้องตลาด โดยศึกษาถึงสี กลิ่น และควมใส ขณะตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง และที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส
3. ศึกษาศักยภาพการยอมรับน้ำมันไก่ในการนำมาใช้เป็นน้ำมันปรุงอาหาร

ตรวจเอกสาร

การแบ่งประเภทของไก่

ประเภทต่าง ๆ ของไก่ที่เลี้ยงเป็นการค้าในประเทศไทย แบ่งเป็น 7 ประเภท คือ

1. ไก่แจ้-ไก่เกรตเล็ก (Rock Cornish game hens or Cornish game) ให้ความหมายเป็นพวกไก่แจ้ตัวเมียพันธุ์ Cornish หรือลูกผสมของพันธุ์นี้กับพันธุ์อื่น อายุประมาณ 5-7 สัปดาห์ น้ำหนักไม่เกิน 2 ปอนด์
2. ไก่รุ่น-ไก่กระหาง (Frier or boilers) เป็นไก่รุ่นที่มีอายุ 8-12 สัปดาห์ เนื้อโตเฟดหนึ่ง ไก่ชนิดนี้เนื้ออ่อนนุ่ม หนังเกลี้ยงเรียบ และกระดูกอ่อน
3. ไก่หนุ่ม (Roasters) เป็นไก่ตัวผู้ อายุ 3-5 เดือน เนื้อโตเฟดหนึ่ง ซึ่งมีเนื้ออ่อนนุ่ม หนังเกลี้ยงเรียบ กระดูกอ่อนกว่าไก่รุ่น
4. ไก่ตอม (Capoms) คือไก่ตัวผู้ที่ตอนตัววิธีผ่าตัด โดยมากอายุน้อยกว่า 8 เดือน ซึ่งมีเนื้ออ่อนนุ่ม หนังเกลี้ยงเรียบ
5. ไก่ตัวผู้หนุ่ม (Stages) มักเป็นไก่ตัวผู้อายุน้อยกว่า 10 เดือน ผิวหนังหยาบ และกระดูกแข็ง เนื้อคล้ำ กระดูกอ่อนที่ปลายกระดูกอกเหลือน้อย คุณภาพเนื้ออยู่ระหว่างกลางระหว่างไก่หนุ่มและพ่อไก่แก่
6. แม่ไก่แก่ (Hens or stewing chicken or fowls) เป็นแม่ไก่ที่มีอายุมากกว่า 18 เดือน มีเนื้อเหนียวกว่าไก่หนุ่ม และกระดูกแข็ง
7. พ่อไก่แก่ (Cocks or old roasters) เป็นไก่ตัวผู้แก่ มีหนังหยาบกระดูกแข็ง เนื้อคล้ำ กระดูกแข็ง

ไขมันไก่ที่ใช้ในการทดลอง เป็นไขมันไก่ที่ได้มาจาก เนื้อเยื่อไขมันส่วนที่ห่อหุ้มเครื่องในและเนื้อเยื่อไขมันส่วนที่อยู่บริเวณก้นของไก่ประเภท ไก่รุ่น-ไก่กระหาง

องค์ประกอบของไก่

น้ำหนักเฉลี่ย (Kg)	น้ำหนักlossจากการชำแหละ (Kg)	น้ำหนักซากเฉลี่ย (Kg)	เนื้อปนกระดูก (Kg)	กระดูก (Kg)	เนื้อไขมันและเครื่องใน (Kg)
1.59	0.36-0.49	1.13	1.59	0.35-0.51	1.11-1.24

การสกัดน้ำมันออกจากไขมันไก่

ปกติแล้วเนื้อเยื่อไขมันสัตว์ ประกอบด้วยไขมันร้อยละ 70-90 ส่วนที่เหลือเป็นน้ำและเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ซึ่งเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมีโปรตีนเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นกากหลังสกัดน้ำมันจึงใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ดี การสกัดน้ำมันจะเลือกวิธีใดขึ้นอยู่กับชนิดของเนื้อเยื่อไขมันสัตว์ (เกสรี ,2524)

การเจียวเป็นการสกัดน้ำมันออกจากเนื้อเยื่อไขมันสัตว์ต่างๆ ซึ่งมีลักษณะอ่อน และมีไขมันสูง เป็นการให้ความร้อนกับเนื้อเยื่อไขมัน ความร้อนจะทำให้ผนังเซลล์แตก และไขมันจะเปลี่ยนเป็นของเหลวไหลออกมา และเพื่อที่จะให้เนื้อเยื่อไขมันสัตว์มีพื้นที่ผิวสัมผัสกับความร้อนได้มากขึ้น และน้ำมันไหลออกมาได้เร็วยิ่งขึ้น จึงนิยมหันเนื้อเยื่อไขมันให้เป็นชิ้นเล็กๆ บางๆ

ลักษณะการเจียวที่สมบูรณ์แบบที่สุด (Bates ,1968) คือเป็นกระบวนการที่สามารถใช้ได้กับเนื้อเยื่อไขมันทุกชนิด สามารถที่จะคัดคนแปลงใช้ในอุตสาหกรรมขนาดย่อมจนถึงอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ได้ ให้ประสิทธิภาพในการเจียวสูง รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการเจียวต่ำ น้ำมันที่เจียวได้ควรมีสัมบัติเหมือนกับน้ำมันที่อยู่ในเนื้อเยื่อไขมัน และโปรตีนของกากควรมีคุณภาพดี

การเจียวมี 2 แบบ ได้แก่

1. การเจียวแบบแห้ง (dry rendering)

ใช้เนื้อเยื่อไขมันที่ไม่เปียกน้ำ และเจียวในภาชนะเปิด ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กันตามบ้าน อุณหภูมิที่ใช้ประมาณ 220-230 องศาฟาเรนไฮต์ (110 องศาเซลเซียส) น้ำมันที่ได้จะมีกลิ่นหอมและอาจมีคุณภาพไม่ค่อยดี เพราะบางส่วนของไขมันได้รับความร้อนจากผิวของภาชนะที่สัมผัสโดยตรง ทำให้ไขมันบางส่วนเกิดออกซิเดชั่น ถ้าใช้อุณหภูมิสูงเกินไป น้ำมันที่ได้อาจมีสีคล้ำ สีของ

น้ำมันที่สกัดด้วยวิธีนี้สามารถควบคุมได้โดยการควบคุมการดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อไขมัน (dehydration) ถ้าดึงน้ำออกมากเกินไป สีของน้ำมันที่สกัดได้จะเข้มมาก สารที่ให้สีในน้ำมันนี้อาจอยู่ในรูปของสารแขวนลอยกระจายอยู่ในน้ำมัน หรืออยู่ในรูปสารละลายก็ได้ ดังนั้นเนื้อเยื่อไขมันที่จะสกัดแบบแห้ง จึงต้องเตรียมโดยพยายามให้มีเนื้อเยื่อไขมันเนื้อ หรือเนื้อเยื่ออื่นๆปะปนน้อยที่สุด น้ำมันสามารถแยกออกจากกากโดยปล่อยให้ทิ้งไว้ให้ตกตะกอน หรือแยกด้วยเครื่องเหวี่ยง หรือการกรอง ระหว่างการเจียว น้ำที่เป็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อไขมันจะระเหยออกไป กากที่ได้ถ้ายังมีน้ำมันเหลือค้างอยู่ ใช้เครื่องบีบ บีบเอาน้ำมันส่วนที่เหลือออกให้หมด

การเจียวแบบแห้งนี้อาจทำได้โดยวิธีที่กล่าวมาแล้ว โดยเนื้อเยื่อไขมันจะถูกทำให้แห้งจนแตก โดยใช้ mechanical method แล้วให้ความร้อนเพียงเพื่อให้ไขมันละลายเท่านั้น คุณสมบัติที่ใช้ประมาณ 115-120 องศาฟาเรนไฮต์ ซึ่งอุณหภูมิไม่สูงพอที่จะทำให้ลายโปรตีนของผนังเซลล์ได้ การที่เมล็ดแตกโดยการเหวี่ยง น้ำมันที่ได้จะมีสีอ่อน ไม่ค่อยมีกลิ่น มีปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำ และมีการคงตัวว่า ออกรีดเย็น ได้ดี

การเจียวแบบแห้งอาจทำได้ในภาชนะปิด ที่ความดันปกติ หรือที่ความดันต่ำกว่าปกติ เพื่อช่วยไล่ไอน้ำออก น้ำมันที่ได้โดยการสกัดด้วยวิธีนี้จะมีความแรง และต้องผ่านกระบวนการกำจัดกลิ่นก่อน

2. การเจียวแบบเปียก (wet rendering)

วิธีนี้เป็นที่นิยมใช้น้ำหรือพ่นไอน้ำลงบนเนื้อเยื่อไขมันในภาชนะปิด ภายใต้ความดันต่ำ ประมาณ 45-75 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และมีการไล่เอาอากาศออกเพื่อลดการเกิดออกซิเดชัน ด้วยความร้อนจากไอน้ำ จะทำให้สารประกอบพวกโปรตีนที่อยู่ตามผนังเซลล์ถูกทำลาย ไขมันก็จะกลายเป็นของเหลวไหลออกมาจากเนื้อเยื่อ ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 3-6 ชั่วโมง น้ำมันที่ได้แยกออกจากกากโดยการทิ้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน หรืออาจแยกโดยใช้เครื่องเหวี่ยง น้ำมันจะลอยอยู่ข้างบน ส่วนน้ำและกากจะจมอยู่ข้างล่าง น้ำมันที่สกัดได้จากริมนี่จะมีกลิ่นอ่อนๆ ในส่วนที่เป็นน้ำจะมีพวกโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำ ละลายปนอยู่ด้วย อาจมีสิ่งสกปรกอยู่ด้วย 2 เมื่อระเหยเอาน้ำออกจะ ให้โปรตีนแห้ง เป็นผลพลอยได้

จุดประสงค์ของการเจียวแบบเปียก คือ อาจทำให้เกิดอิมัลชันของน้ำและน้ำมัน ซึ่งทำลายอิมัลชันที่ผลิตขึ้นได้ยาก

วัตถุดิบที่ใช้ในการสกัดน้ำมันมี 2 ประเภท คือ

1. เนื้อเยื่อไขมันแข็ง (hard mat)
2. เนื้อเยื่อไขมันอ่อน (soft mat)

ไขมันไก่จัดอยู่ในประเภทของเนื้อเยื่อไขมันอ่อนซึ่งอยู่บริเวณเครื่องในและก้นของไก่ ก่อนจะนำมาสกัดน้ำมัน ควรนำมามล้าง และทำการหั่นให้เป็นชิ้นขนาด 1-3 เซนติเมตร เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการถ่ายเทความร้อน แต่ไม่ใช้วิธีการบดไขมันเนื่องจากเวลาเจียวสกัดน้ำมันจะไหม้ง่าย เพราะชิ้นไขมันที่ได้จากการบดมีขนาดเล็ก และไม่เท่ากัน ทำให้การถ่ายเทความร้อนไม่เท่ากัน

การทดลองนี้ ใช้วิธีการเจียวแบบแห้งในการสกัดน้ำมันออกจากไขมันไก่

คุณค่าทางโภชนาการของไขมันและน้ำมัน

ลิปิด เป็นกลุ่มสารประกอบอินทรีย์ที่มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดีในตัวทำละลายที่ไม่ขั้ว (non-polar) เช่น อีเทอร์ เบนซิน เฮกเซน ไดเอทิลอีเทอร์ และชนิดที่มีขั้วเล็กน้อย (slightly polar) เช่น แอลกอฮอล์ และ อะซีโตน เป็นต้น

ไขมันและน้ำมันจัดเป็นประเภทหนึ่งของลิปิด เป็นสารอาหารที่ให้พลังงานความร้อนสูงที่สุดคือ ไขมัน 1 กรัม จะให้พลังงานความร้อนแก่ร่างกายถึง 9 แคลอรีซึ่งมากกว่าโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตประมาณ 2 เท่า อาหารที่กินในแต่ละวันควรจะมีลิปิด ประมาณร้อยละ 30 ของพลังงานที่ได้รับทั้งหมด ลิปิดช่วยละลายวิตามินบางชนิด ได้แก่ วิตามิน เอ, ดี, อี และ เค ให้กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นแก่ร่างกาย ได้แก่ กรดลิโนเลอิก (linoleic acid) กรดลิโนเลนิก (linolenic acid) และกรดอะราคิโดนิก (arachidonic acid) โดยเฉพาะกรดลิโนเลอิก และ กรดอะราคิโดนิกมีความสำคัญมาก ร่างกายสามารถสังเคราะห์กรดอะราคิโดนิกจากกรดลิโนเลอิกได้ แต่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์กรดลิโนเลอิกได้ ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องได้รับกรดลิโนเลอิก โดยการรับประทานจากอาหาร

ไขมันเป็นแหล่งสะสมอาหารของร่างกายอยู่ในเนื้อเยื่อไขมัน (adipose tissue) ใช้มีหน้าที่ ซึ่งจะช่วยทำหน้าที่เป็นฉนวนป้องกันความร้อน เย็น ให้แก่ร่างกาย บางชนิดเป็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อไขมัน บางชนิดรวมอยู่กับโปรตีน เป็นไลโปโปรตีน (lipoprotein) และเป็นส่วนประกอบสำคัญของเซลล์ออร์แกเนล (cell organel) เช่น เยื่อหุ้มผนังเซลล์ (cell

membrane) ไมโทคอนเดรีย (mitochondria) และไซโทพลาสซึม (cytoplasm)

องค์ประกอบของไขมันและน้ำมัน

ไขมันและน้ำมันเป็นเอสเทอร์ (ester) ของกรดไขมัน (fatty acid) กับ กลีเซอรอล (glycerol) เมื่อทำการไฮโดรไลซ์ (hydrolyse) ไขมันและน้ำมัน จะได้ กรดอินทรีย์ที่มีหมู่คาร์บอกซิลหมู่เดี่ยวที่เรียกว่า กรดไขมัน 3 ตัว และกลีเซอรอล 1 ตัว กรดไขมันในธรรมชาติมีขนาดของกรดไขมันที่มีอะตอมของคาร์บอนเป็นจำนวนคู่เท่านั้น ตั้งแต่ 4-24 อะตอม

กรดไขมันแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid) ภายในโมเลกุลไม่สามารถรับไฮโดรเจนได้อีก เนื่องจากคาร์บอนทุกตัวจับกับคาร์บอนตัวอื่น และไฮโดรเจนจนเต็ม
2. กรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) ภายในโมเลกุลสามารถรับไฮโดรเจนได้อีก เนื่องจากภายในโมเลกุลยังมีพันธะคู่ (double bond)

กรดไขมันชนิดอิ่มตัวที่พบมากที่สุดในอาหาร ได้แก่ กรดปาล์มมิติก (palmitic acid: $C_{16}H_{32}COOH$) และกรดสเตียริก (stearic acid: $C_{17}H_{34}COOH$) ส่วนกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ได้แก่ กรดปาล์มมิโตเลอิก (palmitoleic acid: $C_{16}H_{30}COOH$) และกรดโอเลอิก (oleic acid: $C_{17}H_{32}COOH$) ในน้ำมันพืชและสัตว์ มีกรดไขมันชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณร้อยละของกรดไขมัน โดยน้ำหนักที่มีอยู่ในน้ำมันและไขมันที่ใช้บริโภค
(อรวินท์, 2519)

ไขมัน	กรดไขมันชนิดอิ่มตัว			กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว			
	ทั้งหมด	ปาล์มิติก	สเตียริก	ทั้งหมด	โอเลอิก	ลิโนเลอิก	ลิโนเลนิก
	(ร้อยละ)	(ร้อยละ)	(ร้อยละ)	(ร้อยละ)	(ร้อยละ)	(ร้อยละ)	(ร้อยละ)
ไขมันสัตว์							
น้ำมันไก่	34	27	6	66	40	17	0.3
น้ำมันหมู	38	31	7	57	46	10	1
น้ำมันพืช							
น้ำมันข้าวโพด	10	8	2	84	28	53	1
น้ำมันถั่วลิสง	18	8	6	76	47	29	-
น้ำมันถั่วเหลือง	15	9	6	80	23	52	7

การทำน้ำมันให้บริสุทธิ์

น้ำมันไก่ที่สกัดได้จากเนื้อเยื่อไขมันโดยวิธีการเจียว เรียกว่า น้ำมันธรรมชาติ (crude oil) ซึ่งองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ผลมอยู่กับสิ่งเจือปนต่างๆ เช่น กรดไขมันอิสระ, โมโนกลีเซอไรด์ (monoglyceride), ไดกลีเซอไรด์ (diglyceride), ฟอสฟาไทด์ (phosphatide), สารที่ทำให้เกิดสี สารประกอบคาร์โบไฮเดรต และโปรตีน เป็นต้น ซึ่งสิ่งเจือปนเหล่านี้จะทำให้ไขมันเสื่อมคุณภาพเร็วและบางชนิดทำให้เกิดกลิ่นและคุณสมบัติอันไม่พึงปรารถนา ดังนั้นน้ำมันธรรมชาติจึงจำเป็นต้องผ่านกรรมวิธีทำให้บริสุทธิ์ก่อนนำมาใช้หรือบริโภค

กรรมวิธีในการทำให้น้ำมันบริสุทธิ์ มีขั้นตอนดังนี้ คือ

1. การแยกขาง (Degumming)
2. การกำจัดกรดไขมันอิสระ (Neutralization หรือ Alkali refining)
3. การฟอกสี (Bleaching)
4. การกำจัดกลิ่น (Deodorization)

สำหรับกรรมวิธีในการทำไขมันไก่ให้บริสุทธิ์ จะตัดขั้นตอนการแยกขยงออก การแยกขยงเป็นการแยกฟอสฟาไทด์และสารประกอบที่มีลักษณะ เป็นยางเหนียว แต่นิยมใช้กับน้ำมันพืช ไม่ใช้กับน้ำมันสัตว์ เนื่องจากน้ำมันสัตว์มีปริมาณฟอสฟาไทด์และสารประกอบที่มีลักษณะ เป็นยางเหนียวต่ำ และขบวนการกำจัดกรดไขมันอิสระสามารถกำจัดสาร เหล่านี้ไปได้บ้าง

กรรมวิธีในการทำน้ำมันไก่ให้บริสุทธิ์ (เกสรี ,2524)

1. การกำจัดกรดไขมันอิสระ (Neutralization หรือ Alkali refining)

สิ่งเจือปนในน้ำมันธรรมชาติส่วนใหญ่ ได้แก่กรดไขมันอิสระ ซึ่งเป็นตัวการสำคัญในการทำให้ไขมันเหม็นหืน จำเป็นต้องกำจัดออก โดยการใส่สารละลายต่าง โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) จะสามารถกำจัดกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid :FFA) โดยการเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสบู่รวมทั้งสามารถกำจัดสิ่งเจือปนต่างๆ เช่น ฟอสฟาไทด์ สารที่ทำให้เกิดสี สารประกอบคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน ออกจากน้ำมันโดยการตุ้มของสบู่ที่เกิดขึ้น

ความเข้มข้นของสารละลายต่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ใช้ คือ 8 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณต่างที่ใช้ คัดจากปริมาณของ FFA ที่มีในน้ำมัน ซึ่งโดยทั่วไปอยู่ในรูปของกรดโอเลอิก ฉะนั้น ปริมาณต่างจึงควรมากขึ้นพอที่จะสามารถทำลายความเป็นกรด ซึ่งใช้ในปริมาณร้อยละ 0.05 ของน้ำหนักน้ำมัน และ ความคมของหนุมิในการกำจัดกรดไขมันอิสระให้เท่ากับ 60 องศาเซลเซียส เพราะเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ทำให้สบู่ที่เกิดขึ้นก่อตัวได้ดีและเร็ว ถ้าทำช้าสบู่มักจะจับน้ำมันไว้มาก จะทำให้สูญเสียน้ำมันมากด้วย ความคมของหนุมิให้คงที่เป็นเวลา 30 นาที

2. การฟอกสี (Bleaching)

เป็นการลดสารที่ทำให้เกิดสีในน้ำมัน โดยใช้กระบวนการดูดซับ (Adsorption) สารฟอกสีที่นิยมใช้มากในอุตสาหกรรมน้ำมันบริโภค ได้แก่ natural clay และ activated clay สารฟอกสีที่เลือกใช้คือ activated clay เนื่องจาก activated clay ก็กน้ำมันได้มากกว่าจึงทำให้สูญเสียน้ำมันน้อยกว่า natural clay สิ่งสำคัญอีกอย่าง คือ อุณหภูมิในการต้มสี ถ้าใช้อุณหภูมิในการฟอกสีสูงขึ้น ปริมาณกรดไขมันอิสระที่เกิดขึ้นก็จะมากขึ้นตามไปด้วย ฉะนั้นจึงควรใช้ อุณหภูมิต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่ก็ต้องสูงพอที่จะละลายปริมาณสารที่ทำให้เกิดสีในน้ำมัน ให้ถึงระดับที่ต้องการได้

ใช้ปริมาณสารฟอกสีในการฟอกสีน้ำมันไก่ร้อยละ 2.1 ของน้ำหนักน้ำมัน ภายใต้สภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที

3. การกำจัดกลิ่น (Deoderization)

ใช้สภาวะการกำจัดสารที่ทำให้เกิดกลิ่นภายใต้สภาวะสุญญากาศเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่เกิดขึ้นโดยการ ออกซิเดชัน ของน้ำมันภายใต้บรรยากาศปกติ โดยใช้ไอน้ำช่วยให้เกิดการระเหยของสารที่ระเหยง่าย และทำในอุณหภูมิสูง ตามปกติสารที่ทำให้เกิดกลิ่นในน้ำมัน แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

3.1 สารที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

3.2 สารที่เกิดจากการเสื่อมคุณภาพของน้ำมัน

โดยปกติแล้ว สารทั้ง 2 ประเภทจะมีค่าความดันไอต่ำ การกำจัดกลิ่นให้หมดตาม-
ให้บรรยากาศปกติจะต้องใช้อุณหภูมิสูงมาก ซึ่งจะทำให้กรดไขมันอิสระ (FFA) เพิ่มขึ้นในปริมาณ
ที่สูงตามไปด้วย เพื่อให้ได้น้ำมันคุณภาพดี ในการกำจัดกลิ่นจึงต้องเลือกอุณหภูมิและความดันที่
เหมาะสม รวมทั้งเวลาจะต้องนานพอที่จะกำจัดกลิ่นที่ไม่ต้องการออกได้หมด

สภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดกลิ่น คือ อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส สุญญากาศ
690 มิลลิเมตรปรอท เป็นเวลา 60 นาที

ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ของน้ำมันไก่ธรรมชาติ และน้ำมันไก่บริสุทธิ์

คุณสมบัติ	ตัวอย่างน้ำมัน		ปริมาณสูงสุดที่ยอมให้มีได้ ตาม มอก. 47-2528
	น้ำมันไก่ธรรมชาติ	น้ำมันไก่บริสุทธิ์	
FFA (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	0.2379	0.1121	2.01 (น้ำมันธรรมชาติ) 0.30 (น้ำมันบริสุทธิ์)
IV (ผลคูณคือน้ำมัน 1 มล.)	1.4369	0.1543	10
คลอรีน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	0.030	0.003	0.035
อุณหภูมิที่แข็งตัว (°C)	167	234	-

ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน (Lipid Oxidation Reaction)

ปฏิกิริยาการหืนในอาหารประเภทไขมันทำให้เกิดกลิ่นรสที่เปลี่ยนแปลงไปหรือเสียไป นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการสูญเสียกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย และวิตามินที่ละลายในไขมันอีกด้วย การหืนเกิดเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) ซึ่งเกิดขึ้นเองเมื่ออาหารหรือสารที่มีไขมันไม่มียึดตัวสัมผัสกับอากาศ กลไก (mechanism) ของการเกิดออกซิเดชัน เขียนเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

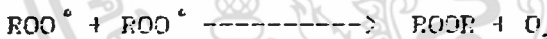
Initiation:



Propagation:



Termination:



เมื่อให้ RH แทนกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีไฮโดรเจนเกาะกับคาร์บอนที่ติดกันนั้นระบุ

R[•] แทน free radical

ROOH แทน peroxide

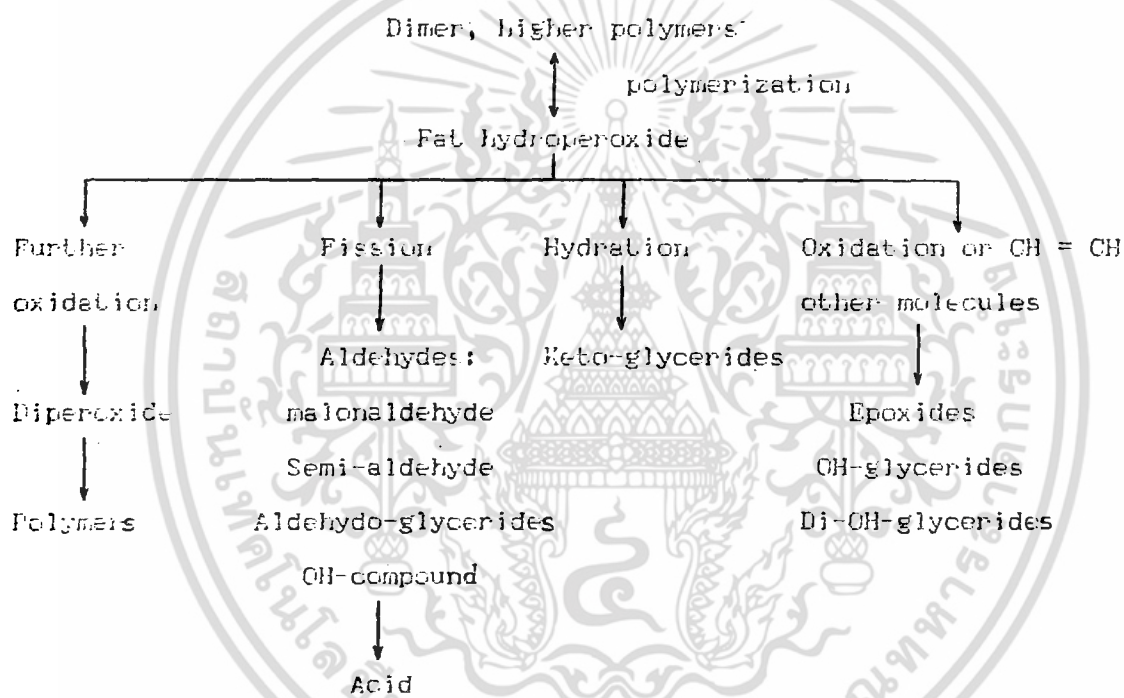
ในกระบวนการเกิดออกซิเดชัน ผลผลิตที่ได้คือเปอร์ออกไซด์ การเกิดเปอร์ออกไซด์แบ่งได้เป็น 3 ระยะ คือ

1. ระยะเหนี่ยวนำ เกิดเนื่องจากกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวในไขมันทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้เป็นอนุมูลอิสระ (free radical) ถ้าปริมาณมาก ระยะนี้พบว่าการเปลี่ยนแปลงของอาหารจะเกิดขึ้นน้อยมาก และนั่นถ้าใช้ระยะเวลานี้ออกให้ยาวนานที่สุด จะชะลอการเกิดกลิ่นหืนในอาหารได้

2. ระยะออกซิเดชัน เป็นระยะเวลาที่ออกซิเจนจำนวนมากทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระให้เปอร์ออกไซด์เป็นจำนวนมาก ระยะนี้สามารถได้กลิ่นหืนของอาหาร

3. ระยะสุดท้าย ปฏิกิริยาในระยะนี้ได้ลดลง ทั้งนี้เพราะว่าอนุมูลอิสระได้รวมตัวกันเอง

ในขั้นแรกกรดไขมันอิสระทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้เปอร์ออกไซด์ ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาต่อไปได้หลายทาง ตามภาพที่ 1 ทำให้กลิ่นรสของอาหารเปลี่ยนไป



ภาพที่ 1 แสดงปฏิกิริยาของเปอร์ออกไซด์

จะพบว่าสารที่ได้ในขั้นแรกของกระบวนการออกซิเดชันของเอสเทอร์ของกรดไขมันคือเปอร์ออกไซด์ (hydroperoxide) ซึ่งเป็นสารที่ไม่มีกลิ่นและรส แต่เมื่อไฮโดรเปอร์ออกไซด์แตกตัวแล้วจะให้สารประกอบคาร์บอนิล กรด และสารประกอบอื่นๆ ผลิตภัณฑ์ส่วนมากที่ได้ในขั้นที่สองนี้จะเป็นสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ และเข้าใจว่าสารเหล่านี้เป็นสารที่ทำให้กลิ่นรสผิดปกติ ไฮโดรและสารประกอบคาร์บอนิล จากการศึกษาด้วยวิธีทางเคมีต่างๆ พบว่าสารที่มีส่วนรับผิดชอบต่อการหืนหืนนั้นส่วนใหญ่จะเป็นสารพวกอัลดีไฮด์ สารประกอบคาร์บอนิล กรดต่างๆ ได้แก่

กรดฟอร์มิก กรดอะซิติก กรดโพรพอนิก และกรดไอโซวาเลอริก

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราเร็วของปฏิกิริยาออกซิเดชัน เช่น ปริมาณออกซิเจน ปริมาณ ความชื้น แสง ไอออนของโลหะ และสารต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน อัตราเร็วของปฏิกิริยาจะ เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณออกซิเจนและอุณหภูมิเพิ่มขึ้น แสงและไอออนของโลหะบางชนิด เช่น เหล็ก ทองแดง จะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ส่วนของปริมาณความชื้นนั้นพบว่า เมื่อความชื้นมากขึ้นอัตราเร็ว ของปฏิกิริยาจะลดลง และลดลงเรื่อยๆจนถึงความชื้นขั้นค่าหนึ่ง จากนั้นเมื่อเพิ่มความชื้นต่อไป อัตราเร็วจะกลับมากขึ้น

วัตถุดิบ

เป็นสาร เกล็ดที่เมื่อมีอยู่ในไขมันหรือผลิตภัณฑ์เนืองไขมันก็ยังสามารถป้องกัน หรือลดปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมัน โดยปกติจะมีอยู่ในไขมันโดยธรรมชาติ แต่มักจะถูกกำจัด ออกไปในระหว่างกระบวนการทำน้ำมันให้บริสุทธิ์ มีสารประกอบหลายร้อยชนิดที่จัดเป็นวัตถุดิบ แต่ว่ามีเพียงบางชนิดเท่านั้นที่สามารถนำมาใช้กับอาหาร ทั้งนี้ด้วยเหตุผลในแง่สุขภาพ

คุณสมบัติของวัตถุดิบที่ต้องการสำหรับอาหาร (Chapault, 1966) ได้สรุปไว้

ดังนี้

1. จะต้องมียุทที่สูงที่ความเข้มข้นต่ำ (0.021-0.01%)
2. สารประกอบหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังปฏิกิริยาจะต้องไม่เป็นพิษแม้ว่าจะมีปริมาณมากกว่าปกติที่มีอยู่ในอาหารก็ตาม
3. จะต้องไม่ทำให้อาหารหรือผลิตภัณฑ์มีกลิ่น รส ผิดไป ตลอดจนสีของอาหาร แม้ว่าจะเก็บไว้นานหรือผ่านความร้อนก็ตาม
4. สามารถรวมตัวกับอาหารได้ดี
5. ปฏิกิริยาของวัตถุดิบจะต้องไม่จำกัดเฉพาะกับไขมันที่วัตถุดิบสามารถเข้าไปรวมตัวได้เท่านั้น ปฏิกิริยาของวัตถุดิบจะต้องครอบคลุมอาหารที่ไขมันนั้นเป็นส่วนผสมด้วย
6. จะต้องหาได้ง่ายและมีราคาถูก ซึ่งจะไม่ทำให้ราคาของผลิตภัณฑ์สูงขึ้น
7. สามารถตรวจทดสอบและวัดค่าได้ง่าย

ข้อจำกัดในการใช้วัตถุกันหืน

การใช้วัตถุเจือปนในอาหารนั้น ปกติจะต้องปฏิบัติตามกฎหมายอาหารของแต่ละประเทศ บางประเทศห้ามใช้วัตถุกันหืนในอาหาร ในขณะที่บางประเทศอนุญาตให้ใช้ได้เฉพาะสารที่ได้จากธรรมชาติไม่ใช่สารสังเคราะห์

ปริมาณของสารยับยั้งการหืนในอาหารนับว่าเป็นสิ่งที่สำคัญ ทั้งนี้ด้วยเหตุผลในเรื่องของความปลอดภัย ราคา ผลต่อรสชาติ ตลอดจนหน้าที่และความสามารถในการป้องกันการหืนในอาหารได้มากขึ้นเพียงใด สารยับยั้งการหืนบางชนิดเมื่อใช้ในปริมาณมากก็จะสามารถป้องกันการหืนได้ดีขึ้น แต่บางชนิดเมื่อใช้ในปริมาณมากเกินไปผลทำให้อาหารถูกออกซิไดซ์ได้เร็วขึ้น

ไขมันที่มีความเสถียรตามธรรมชาติ (natural stability) จึงนิยมเติมสารกันหืน เช่น BHA (Butylated Hydroxyanisole) และ BHT (Butylated Hydroxy toluene) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็น carry through antioxidants ที่สามารถรักษาคุณภาพของไขมัน น้ำมัน และอาหารที่มีไขมันประกอบอยู่และเก็บรักษา มีความเสถียรต่อค่า pH และความชื้นขณะแปรรูป

วัตถุกันหืนที่ใช้ในอาหารจำแนกออกเป็น 2 พวก คือ

1. วัตถุกันหืนชนิดเดี่ยว ได้แก่ โพลีฟอสเฟตและเอนดีจีเอ เป็นวัตถุกันหืนที่มีประสิทธิภาพสูงและสามารถยืดอายุการเก็บของไขมันแห้งและไขมันประเภทต่างๆ สาร BHA และ BHT ใช้ในกรณีที่ไม่ต้องการเก็บไว้นาน คุณสมบัติการเป็นวัตถุกันหืนตลอดไปของวัตถุกันหืนพบว่า BHA ดีกว่า BHT

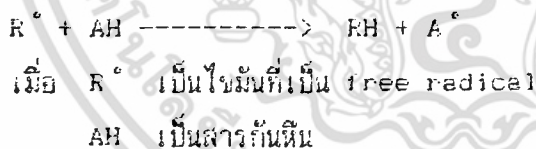
2. วัตถุกันหืนผสม เนื่องจากไม่มีวัตถุกันหืนชนิดใดที่สามารถใช้กับอาหารทุกชนิดอย่างมีประสิทธิภาพได้ การใช้สารกันหืนมากกว่าหนึ่งชนิดบางครั้งให้ผลดีกว่าใช้เพียงชนิดเดียว ในปริมาณที่เท่ากันปรากฏการณ์นี้เรียกว่า synergism เช่น เมื่อผสม BHA และ BHT เข้าด้วยกัน จะให้คุณสมบัติการเสริมฤทธิ์ซึ่งกันและกันเล็กน้อย และทำให้อายุการเก็บดีกว่าที่ใช้สารเดี่ยว ดังนั้นจึงนิยมใช้ วัตถุกันหืนผสมที่เหมาะสมกับอาหารแต่ละชนิด

กลไกการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันในอาหารที่มีไขมัน

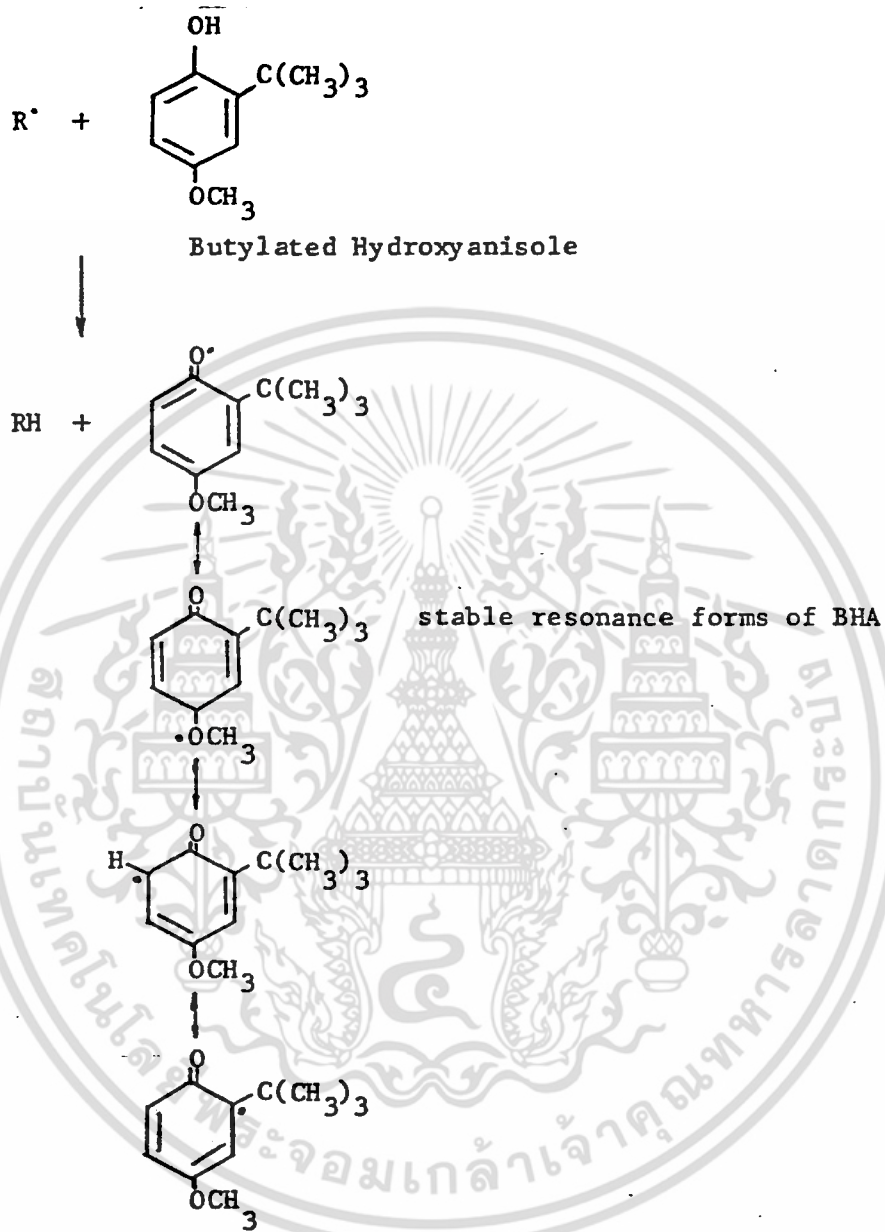
จากการศึกษาพบว่ากลไกในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของไขมันอาจเกิดได้หลายแบบขึ้นกับสถานะของการเกิดออกซิเดชันและชนิดของไขมัน สารกันดินจะทำหน้าที่หยุดปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระ (Free radicle) ได้ 4 แบบ คือ

1. สารกันดินเป็นตัวให้อิโตรเจน
2. สารกันดินเป็นตัวให้อิเลคตรอน
3. เกิดปฏิกิริยารวมตัวของวงแหวนอะโรมาติก (aromatic ring) ของสารกันดิน
4. เกิดสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างไขมันและวงแหวนอะโรมาติกของสารกันดิน

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า เมื่อแทนที่ไฮโดรเจนอะตอมของสารกันดินด้วยดิวเทอเรียมอะตอม (deuterium atom) จะทำให้สารกันดินหมดประสิทธิภาพ ซึ่งชี้ให้เห็นว่า การยับยั้งการเกิดออกซิเดชันน่าจะเกิดจากการให้อิโตรเจนมากกว่าการรับอิเลคตรอน นักวิทยาศาสตร์บางคนเชื่อว่า เริ่มต้นสารกันดินอาจให้อิเลคตรอนหรือไฮโดรเจนอะตอมแล้วขั้นต่อไปจะเกิดสารประกอบเชิงซ้อน (complex compounds) ระหว่างไขมันและสารกันดิน ดังนั้นอาจเกิดปฏิกิริยาร่วมกันซึ่งทำให้สารกันดินถูกออกซิไดซ์โดยสมบูรณ์ ทำให้หมดประสิทธิภาพ โดยทั่วไปแล้วมักจะอธิบายกลไกการทำงานของสารกันดินได้ดังนี้



ตัวอย่างเช่น บิวทิลไฮดรอกซีแอนิสโซล (Butylated Hydroxyanisole, BHA) เป็นสารกันดิน โดยทำหน้าที่หยุดปฏิกิริยาของ free radical ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงการหยุดปฏิกิริยาของ free radical โดย BHA

สารกันหืนที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ในอาหาร

สารกันหืนที่นิยมใช้ในไขมันบริโภคหรืออาหารที่มีไขมัน ได้แก่ BHA, BHT และโพ-
ฟีลแกลเลต เนื่องจากเป็นสารกันหืนที่มีประสิทธิภาพสูง ไม่มีผลเสียต่อกลิ่นรสและสีของไขมันหรือ
อาหาร ราคาประหยัดกว่าวิธีการป้องกันการหืนอื่น ๆ เช่นการบรรจุระบบสุญญากาศหรือการเก็บที่
อุณหภูมิต่ำ

เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 72 (พ.ศ.
2525) เรื่องแก้ไขเพิ่มเติมประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 22 (พ.ศ. 2522) อนุญาตให้
ใช้สารกันหืนในน้ำมันและไขมันที่ได้จากพืชและสัตว์ ดังนี้

สารกันหืน	ปริมาณสูงสุดที่ใช้ได้ เป็นร้อยละของน้ำหนัก
โพฟีล ออกซิล และโคโคซิลแกลเลต (Propyl, octyl and dodecyl gallates)	0.01 อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกัน
บิวทิลเลเตล ไฮดรอกซีโทลูอีน (butylated hydroxytoluene, BHT)	0.02 อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกัน
บิวทิลเลเตล ไฮดรอกซีอะนิโซล (butylated hydroxyanisole, BHA)	0.02 อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกัน
สารพวก แกลเลต (gallates) รวมกับ BHA หรือ BHT หรือทั้ง สองอย่างรวมกัน	0.02 แต่จะใช้แกลเลตได้ไม่เกิน 0.01

ชนิดของวัตถุกันหืน

Food and Drug Administration (1960) แบ่งวัตถุกันหืนออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1. วัตถุกันหืนขั้นปฐม (primary antioxidants) เป็นวัตถุกันหืนที่กำปฏิกิริยา

โดยตรงกับออกซิเจน. บางครั้งจึงเรียกว่าสารต้านออกซิเจน โดยวัตถุกันหืนนี้จะไปรบกวน-ตัดขวางกลไกการแตกตัวของปฏิกิริยา วัตถุกันหืนปฐมที่ใช้กันมากในอาหารจะมีหมู่ไฮดรอกซิล 2 หมู่ หรือหมู่ไฮดรอกซิล 1 หมู่และหมู่ -OR ในตำแหน่ง ortho หรือ para วัตถุกันหืนเหล่านี้จะมีประสิทธิภาพมากที่ความเข้มข้นต่ำ และมีบางตัว ในกลุ่มนี้จะมีประสิทธิภาพลดลง เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น วัตถุกันหืนกลุ่มนี้มีประสิทธิภาพสูงกับไขมันสัตว์ซึ่งมีวัตถุกันหืนตามธรรมชาติน้อย ในขณะเดียวกันประสิทธิภาพจะลดลง เมื่อใช้กับน้ำมันพืช โดยทั่วไปวัตถุกันหืนปฐมที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดจะทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วและจะถูกทำลายด้วยความร้อนได้ง่าย

2. สารเสริมวัตถุกันหืน (synergists) สารประเภทนี้โดยตัวเองแล้วจะไม่มีคุณสมบัติในการ เป็นวัตถุกันหืนและมีสมบัติในการป้องกันกรดหืนในน้ำมันและไขมันน้อยมาก แต่ที่สารประเภทนี้ จะช่วยให้วัตถุกันหืนปฐมมีประสิทธิภาพสูงขึ้น สารเสริมวัตถุกันหืนเป็นสารประกอบอินทรีย์หรืออนินทรีย์ที่มีลักษณะ เป็นกรด จึงมักเรียกสารประกอบกลุ่มนี้ว่าวัตถุกันหืนชนิดกรด ปกติจะมีหมู่ไฮดรอกซิลหรือหมู่คาร์บอกซิล หรือมีทั้ง 2 หมู่หรือหมู่อื่นที่ออกซิเจนถูกแทนที่ด้วยซิลเฟออร์หรือไนโตรเจน ในกลุ่มของสารประกอบอนินทรีย์ที่ตัวกัน กรดฟอสฟอริก กรดซิลิเฟอริก และอนุพันธ์บางตัว เป็นสารเสริมวัตถุกันหืนที่มีประสิทธิภาพสูง สำหรับปฏิกิริยาของสารเสริมวัตถุกันหืนเป็นดังนี้

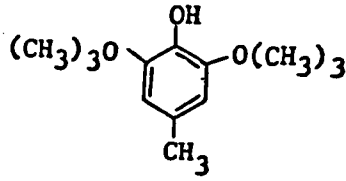
- 2.1. ไปเปลี่ยนรูปของวัตถุกันหืนปฐมเป็นรูปคีตัว
- 2.2. ไปจับตัวกับอนุมูลของโลหะให้อยู่ในรูปที่ไม่สามารถทำปฏิกิริยาต่อไปได้
- 2.3. ไปหยุดการแตกตัวของเปอร์ออกไซด์ ซึ่งเกิดจากการกระตุ้นของวัตถุกันหืน

ปฐม

ตัวอย่างสารกันหืนที่อนุญาตให้ใช้ในอาหาร

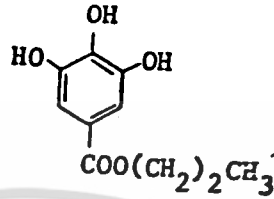
<u>ชื่อและสูตร โครงสร้าง</u>	<u>ปริมาณที่ใช้</u>
BHA (Butylated hydroxyanisole) <div style="text-align: center;"> </div>	๐.๐๒% ของปริมาณไขมันในอาหาร

BHT (Butylated hydroxytoluene)



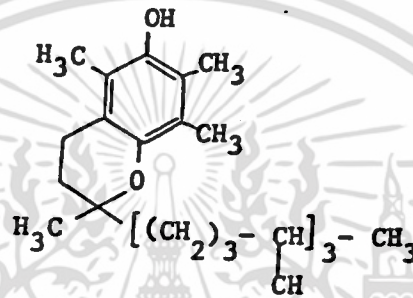
0.02% ของปริมาณ
ไขมันที่ใช้ในอาหาร

FG (Propyl gallate)



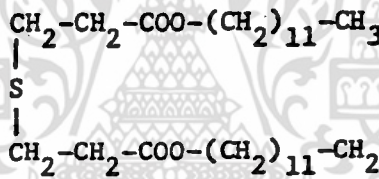
0.02% ของปริมาณ
ไขมันที่ใช้ในอาหาร

α-tocopherol



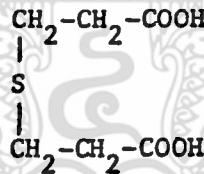
ไม่จำกัดจำนวน

Dilsuyl thiopropionate



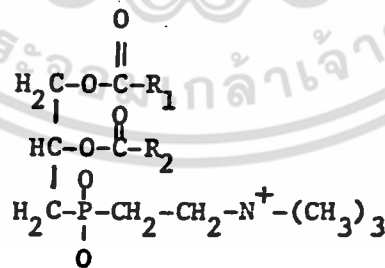
0.02% ของปริมาณ
ไขมันในอาหาร

Thiopropionic acid



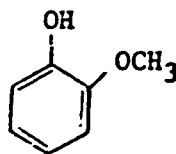
0.02% ของปริมาณ
ไขมันในอาหาร

Lecithin



ไม่จำกัดจำนวน

Butylated hydroxyanisole



0.1% ของน้ำหนัก
ไขมัน

สารยับยั้งออกซิเดชันที่ใช้ในการทดลอง คือ BHA และ BHT

บิวทิลไฮดรอกซีอะนิโซล (BHA, Butylated hydroxyanisole)

ประกอบด้วยส่วนผสมระหว่าง 2-tert-butyl-4-methoxyphenol และ 3-tert-butyl-4-methoxyphenol สารประเภทนี้ไม่พบในธรรมชาติ แต่สังเคราะห์ขึ้นจากกระบวนการบิวทิลชันของสารพวกเมทอกซีฟีโนล สารทั้งสองหลอมเหลวที่อุณหภูมิใกล้เคียงกัน คือ 65 องศาเซลเซียส สามารถละลายได้ดีในน้ำมันแต่ไม่ละลายในน้ำ BHA มีลักษณะเหมือนกับวัตถุกันหืนชนิดอื่นทั่วไป ที่ไม่ค่อยมีประสิทธิภาพกับน้ำมันพืชที่มีวัตถุกันหืนตามธรรมชาติอยู่ด้วย แต่จะมีประสิทธิภาพกับน้ำมันพืชที่ผ่านการเติมไฮโดรเจนหรือน้ำมันสัตว์ คุณสมบัติที่สำคัญที่ทำให้ BHA นิยมใช้แพร่หลาย คือ คุณสมบัติการเป็นวัตถุกันหืนตลอดไป

บิวทิลไฮดรอกซีโทลูอีน (BHT, Butylated hydroxytoluene)

มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า 2,6 di-tert-butyl-4-methylphenol หรือ 2,6 di-tert-butyl-p-cresol เป็นวัตถุกันหืนที่ได้จากการสังเคราะห์ BHT บริสุทธิ์เป็นผลึกสีขาวไม่มีกลิ่น หลอมตัวที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ไม่ละลายน้ำแต่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์และในไขมัน (Chipeult, 1966) คุณสมบัติการเป็นวัตถุกันหืนของ BHT คล้าย BHA และมีคุณสมบัติในการเป็นวัตถุกันหืนตลอดไป แต่ไม่ดีเท่า BHA

การทดลอง

การสกัดน้ำมันจากไขมันไก่

การเตรียมวัตถุดิบ

ไขมันไก่ที่ใช้ในการทดลองแต่ละครั้ง ได้มาจาก บริษัท ไก่สดศรีไทย จำกัด นำมาสกัดทันที โดยก่อนสกัดจะนำไขมันมาล้างทำความสะอาดและหั่นเป็นชิ้นขนาดประมาณ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากนั้นนำไขมันมาทำให้ละลายดีน้ำ (น้ำล้างและน้ำเลือด) ซึ่งน้ำหนัก วัตถุดิบที่ใช้ไม่หมดในการสกัดแต่ละครั้ง จะเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส

การสกัดน้ำมันจากไขมันไก่

ใช้วิธีการสกัดแบบแห้ง อุณหภูมิประมาณ 110 องศาเซลเซียส เวลาในการสกัด 20 นาที

วิธีปฏิบัติ

1. ละลายดีน้ำ - น้ำเลือดออกจากไขมันไก่ หั่นเป็นชิ้นขนาดประมาณ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. ชั่งน้ำหนักไขมันที่ได้ในข้อ 1 ประมาณ 2 กิโลกรัม นำไปสกัดน้ำมันโดยใช้หม้อเจียว การควบคุมอุณหภูมิให้ได้ 110 ± 1 °C สกัดเป็นเวลา นาน 20 นาที
3. ระหว่างการสกัดทำการคนชิ้นไขมันไก่ให้กระจายโดยทั่ว พยายามไม่ให้ติดกันข้างหม้อ เพื่อให้สามารถสกัดไขมันได้มากที่สุด
4. กรองแยกเอากากออก ซึ่งน้ำหนักน้ำมันที่สกัดได้ทั้งหมด เทียบปริมาณกับน้ำมันไก่ที่ใช้ เก็บน้ำมันไก่ในขวดสีชา

น้ำมันไก่ที่สกัดได้ (crude oil) นำมาวิเคราะห์หา

1. Iodine value
2. Free Fatty Acid : FFA
3. Saponification



13683

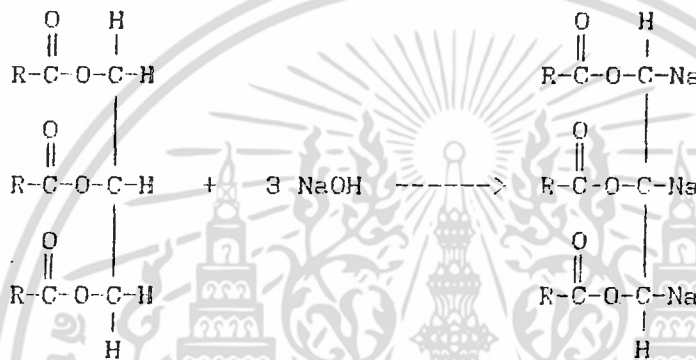
4. Viscosity

5. Color

วิธีวิเคราะห์ตามรายละเอียดในภาคผนวก

การกำจัดกรดไขมันอิสระ (Neutralization/alkali refining)

การกำจัดกรดไขมันอิสระออกในรูปของสบู่ โดยให้น้ำมันทำปฏิกิริยากับ NaOH เกิดปฏิกิริยา Saponification ดังสมการ



ต่างที่นิยมใช้ในการกำจัด FFA ออกจากน้ำมันคือ NaOH การทดลองนี้ใช้ NaOH เข้มข้น 8 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณที่มากเกินไป (Excess) คือร้อยละ 0.๒5 ของน้ำหนักไขมัน และควบคุมอุณหภูมิในการกำจัด FFA = 60±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

เครื่องมือในการกำจัด FFA

1. magnetic stirrer และ heater ในตัว
2. stirrer bar
3. thermometer ควบคุมอุณหภูมิ 0-100 องศาเซลเซียส
4. beaker ขนาด 1 ลิตร
5. separation funnel ขนาด 250 มิลลิลิตร
6. น้ำกลั่นอุ่น อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส
7. phenolphthaleine

วิธีปฏิบัติ

1. ชั่งน้ำหนักน้ำมันที่ได้จากการสกัดที่ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ใน beaker ขนาด 1 ลิตร ให้ได้น้ำหนักประมาณ 800 กรัม
2. นำมาให้ความร้อนจนน้ำมันมีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสโดยใช้ heater ของ magnetic stirrer จากนั้นเติมสารละลาย NaOH 8 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตรร้อยละ 0.05 ของ น้ำหนักน้ำมัน คนให้เข้ากันตลอดเวลาโดยใช้ stirrer bar เป็นเวลา 30 นาที (หากมีฟอง ของสบู่ให้ช้อนทิ้งไป)
3. หลังจากนั้นนำมาตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30°เซลเซียส) เป็น เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง
4. น้ำมันที่แยกสบู่ออกแล้ว นำมาอุ่นให้ร้อน 80 องศาเซลเซียส ใส่ลงในกรวย แยกขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นอุ่น อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสลงไป เช่เข้า funnel ไป มาเบาๆ (ป้องกันการเกิด emulsion) เพื่อล้างค้างที่มากเกินพอออกไขน้ำทิ้ง ทดสอบน้ำที่ออก มาว่าล้างค้างออกหมดหรือยัง โดยใช้ phenolphthaleine ทำการล้างค้างออกจากน้ำมันโดยใช้ น้ำกลั่น จนทดสอบน้ำกับ phenolphthaleine แล้วไม่ได้สีชมพู
5. ชั่งน้ำหนักน้ำมันที่ผ่านการล้าง FFA แล้ว (เทียบกับน้ำหนักน้ำมันเริ่มต้น)

การฟอกสี (decoloration/bleaching)

สารฟอกสีที่ใช้ในการทดลองคือ activated clay

ปริมาตรที่ใช้ร้อยละ 2.1 ของน้ำหนักน้ำมัน

อุณหภูมิควบคุมในการฟอกสี = 75 องศาเซลเซียส และทำภายใต้สภาวะสูญญากาศ

เครื่องมือที่ใช้ในการฟอกสี

1. magnetic stirrer
2. stirrer bar
3. thermometer 0-100 องศาเซลเซียส
4. กะละมังขนาดกลาง
5. Büchners funnel ที่ปิดทางเข้า-ออก โดยใช้กระดาษกรองและทา grease ทับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Suction flask ขนาด 1 ลิตร

7. vacuum pump

วิธีปฏิบัติ

1. ชั่งน้ำหนักน้ำมันที่ผ่านการกำจัด FFA เรียบร้อยแล้วลงใน Suction flask ขนาด 1 ลิตร ประมาณ ๑๐๐ กรัม ใส่ลงในกะละมังบรรจุน้ำอุ่นอุณหภูมิประมาณ 70 ± 1 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที รอจนความร้อนถ่ายเทจากน้ำสู่น้ำมันภายใน flask ให้อุณหภูมิประมาณ 70 ± 1 องศาเซลเซียสด้วย
2. เติม activated clay ปริมาณร้อยละ 2.1 ของน้ำหนักน้ำมัน คนให้เข้ากัน โดยการใช้ stirrer bar ทำการฟอกสีภายใต้สภาวะสุญญากาศ ควบคุมอุณหภูมิให้ได้ 70 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2๐ นาที
3. แยกผงฟอกสีออกจากน้ำมัน โดยกรองผ่านกระดาษกรอง NO.1 ภายใต้สุญญากาศ จนน้ำมันใสสะอาด
4. ชั่งน้ำหนักน้ำมันหลังจากการฟอกสี (เทียบกับน้ำหนักน้ำมันที่ผ่านการกำจัด FFA แล้ว เริ่มต้น)

การกำจัดกลิ่น (deodorization)

หลักการที่ใช้ในการกำจัดกลิ่นของน้ำมัน โดยการผ่านไอน้ำลงในน้ำมัน เพื่อให้ไอน้ำเป็นตัวการในการดึงกลิ่นที่ไม่พึงปรารถนาออก

ในการทดลองสภาวะที่ใช้ในการกำจัดกลิ่นของน้ำมัน ทำภายใต้สุญญากาศ และอุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส รักษาความดันระหว่างกระบวนการให้คงที่เท่ากับ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเป็นเวลา 6๐ นาที

เครื่องมือที่ใช้ในการกำจัดกลิ่น

1. autoclave

2. beaker ขนาดความจุ 1 ลิตร

วิธีปฏิบัติ

1. นำน้ำมันไก่ที่ผ่านการกำจัด FFA และฟอกสีแล้ว ใส่ลงใน beaker
2. ควบคุมสภาวะการกำจัดกลิ่นภายใน autoclave ให้มีอุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ทำภายใต้สภาวะปกติ เป็นเวลา 60 นาที

การกำจัดน้ำ

น้ำมันภายหลังจากที่ผ่านการกำจัดกลิ่นจนครบเวลาตามกำหนดแล้ว ปิดเครื่อง autoclave ลดอุณหภูมิลงจนถึงระดับที่เปิด autoclave ได้ ในระหว่างนี้ไอน้ำภายใน จะควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำ และบางส่วนจะปะปนลงในน้ำมัน ซึ่งจำเป็นที่จะต้องกำจัดน้ำส่วนนี้ทิ้ง โดยอาศัยหลักการ คือ ให้เกลือดึงน้ำออกจากราน้ำมัน เนื่องจากเกลือมีสมบัติในการดูดความชื้นสูง เกลือที่ใช้ในการทดลอง คือ $MgSO_4$ เนื่องจากมีสมบัติในการดูดน้ำได้สูงมาก (ถึง 7 โมเลกุลน้ำ)

เครื่องมือที่ใช้ในการกำจัดน้ำ

1. เกลือ $MgSO_4$
2. แท่งแก้วคน
3. กระดาษกรอง NO. 1
4. ชุดเครื่องกรอง

หมายเหตุ

- ตามปกติแล้ว ขั้นตอนในการกลั่นใส (refine) น้ำมัน จะเรียงตามลำดับดังนี้
1. การกำจัด FFA เพื่อแยกเอาสิ่งสกปรก เช่น ฟอสฟาไทด์ สารประกอบคาร์โบไฮเดรต-โปรตีน
 2. การฟอกสี
 3. การกำจัดกลิ่น

วิธีปฏิบัติ

1. นำ beaker ที่บรรจุน้ำมันที่กำลังกลั่นแล้วออกจาก autoclave
2. นำมากำจัดน้ำทันที โดยการเติมเกลือ $MgSO_4$ ลงในปริมาณที่มากเกินไป ใช้แท่งแก้วคนให้เกลือกระจายทั่วน้ำมัน เกลือจะทำการดูดน้ำมาไว้ในโมเลกุล
3. แยกเกลือออกจากน้ำมัน โดยกรองผ่านกระดาษกรอง NO.1
4. ชั่งน้ำหนักน้ำมันที่ผ่านขั้นตอนการกำจัดน้ำมาแล้ว (เทียบกับน้ำหนักเริ่มต้นหลังการฟอกสี)

ศึกษาการสลายตัวของน้ำมันไก่ที่อุณหภูมิห้อง

(Deterioration of chicken oil under bulk storage of room temperature)

นำน้ำมันไก่ที่ผ่านการกลั่นใส (refine) เรียบร้อยแล้วมา 6 ตัวอย่าง uly 200 มิลลิลิตร ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 น้ำมันไก่อย่างเดี่ยว (control)

2 น้ำมันไก่เติม BHA 100 ppm

3 น้ำมันไก่เติม BHA 200 ppm

4 น้ำมันไก่เติม BHT 100 ppm

5 น้ำมันไก่เติม BHT 200 ppm

6 น้ำมันไก่เติม BHA และ BHT อย่างละ 100 ppm

แต่ละตัวอย่างบรรจุในขวดแก้วจนเต็ม ปิดฝาให้แน่นสนิทป้องกันการซึมผ่านของอากาศแล้วนำตัวอย่างทั้ง 6 ตั้งเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เขย่าตลอดเวลา เมื่อครบ 24 ชั่วโมง นำตัวอย่างมาวิเคราะห์หาค่า

1. peroxide value
2. iodine value

ศึกษาผลของสารยับยั้งoxidation ในน้ำมันไก่

(Effect of various auto-oxidants in chicken oil)

นำน้ำมันไก่ที่ผ่านการกลั่นใสแล้วจำนวน 7.2 ลิตรแบ่งใส่ขวดแก้วขวดละ 200

มีลลิสิตร์ ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1	น้ำมันไก่อย่างเดียว (control)	6	ขวด
2	น้ำมันไก่เติม BHA 100 ppm	6	ขวด
3	น้ำมันไก่เติม BHA 200 ppm	6	ขวด
4	น้ำมันไก่เติม BHT 100 ppm	6	ขวด
5	น้ำมันไก่เติม BHT 200 ppm	6	ขวด
6	น้ำมันไก่เติม BHA และ BHT อย่างละ 100 ppm	6	ขวด

แต่ละตัวอย่าง บรรจุในขวดแก้วจนเต็ม ปิดฝาให้แน่นสนิท ป้องกันการซึมผ่านของอากาศ ทุกตัวอย่างเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อครบ 1 สัปดาห์ เก็บตัวอย่าง ชุดแรก (ตัวอย่างที่ 1-6) วิเคราะห์ค่า Peroxide value ตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์แล้วจะทิ้งไปเลย เก็บตัวอย่าง ทุกสัปดาห์ จนครบ 6 สัปดาห์

ศึกษาศักยภาพการยอมรับน้ำมันไก่ในการนำมาใช้เป็นน้ำมันปรุงอาหาร

ประเมินลักษณะสีและกลิ่นของน้ำมันไก่ก่อนและหลังกลั่นไล้ เปรียบกับน้ำมันพืช และน้ำมันหมู

ทำ consumer test โดยใช้ผู้ทดสอบซึ่งเป็นนักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ชั้นปีที่ 4 คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง จำนวน 15 คน น้ำมันมีทั้งหมด 4 ตัวอย่าง คือ น้ำมันไก่สกัด ก่อนและหลังกลั่นไล้ น้ำมันพืช และน้ำมันหมู สังเกตสีและกลิ่น แล้วให้คะแนนตามลักษณะที่กำหนดไว้ตามแบบสอบถาม (แสดงในภาคผนวก ข ข้อ 1)

คำนวณค่า Standard deviation ของข้อมูลที่ได้ และวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อดูความแตกต่างของแต่ละ treatment โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two Ways AOV)

ประเมินความใสของน้ำมันไก่ก่อนและหลังกลั่นไล้ เปรียบกับน้ำมันพืชและน้ำมันหมู

ทำ consumer test โดยใช้ผู้ทดสอบซึ่งเป็นนักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ชั้นปีที่ 4 คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้-26-เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวน 15 คน น้ำมันมี 8 ตัวอย่าง คือ น้ำมันไก่ก่อนและหลังกลั่นใส น้ำมันพืชและน้ำมันหมู ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิปกติ และน้ำมันไก่สกัดก่อนและหลังกลั่นใส น้ำมันพืชและน้ำมันหมู ตั้งไว้ในห้องที่มีอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (เพื่อให้เหมือนกับอุณหภูมิใน Supermarket) เปรียบเทียบความใสแล้วให้คะแนนตามลักษณะที่กำหนดไว้ตามแบบสอบถาม (ภาคผนวก ข ข้อ 1)

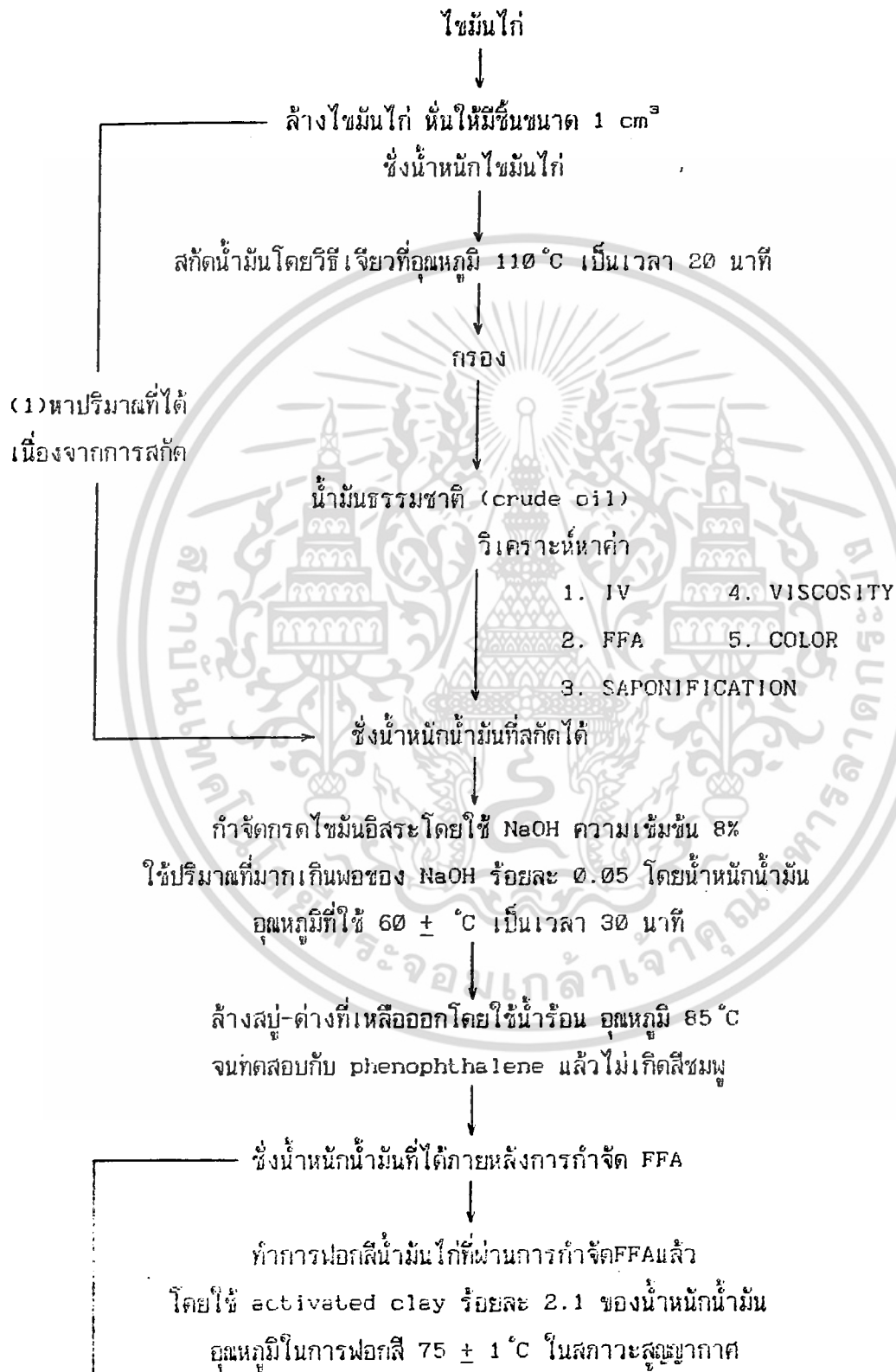
คำนวณค่า Standard Deviation ของข้อมูลที่ได้ แล้ววิเคราะห์ทางสถิติเพื่อดูความแตกต่างของแต่ละ treatment ใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ หรือดูความแตกต่างของแต่ละ treatment โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two Ways ANOVA)

การยอมรับน้ำมันไก่ในการนำมาใช้เป็นน้ำมันประกอบอาหาร

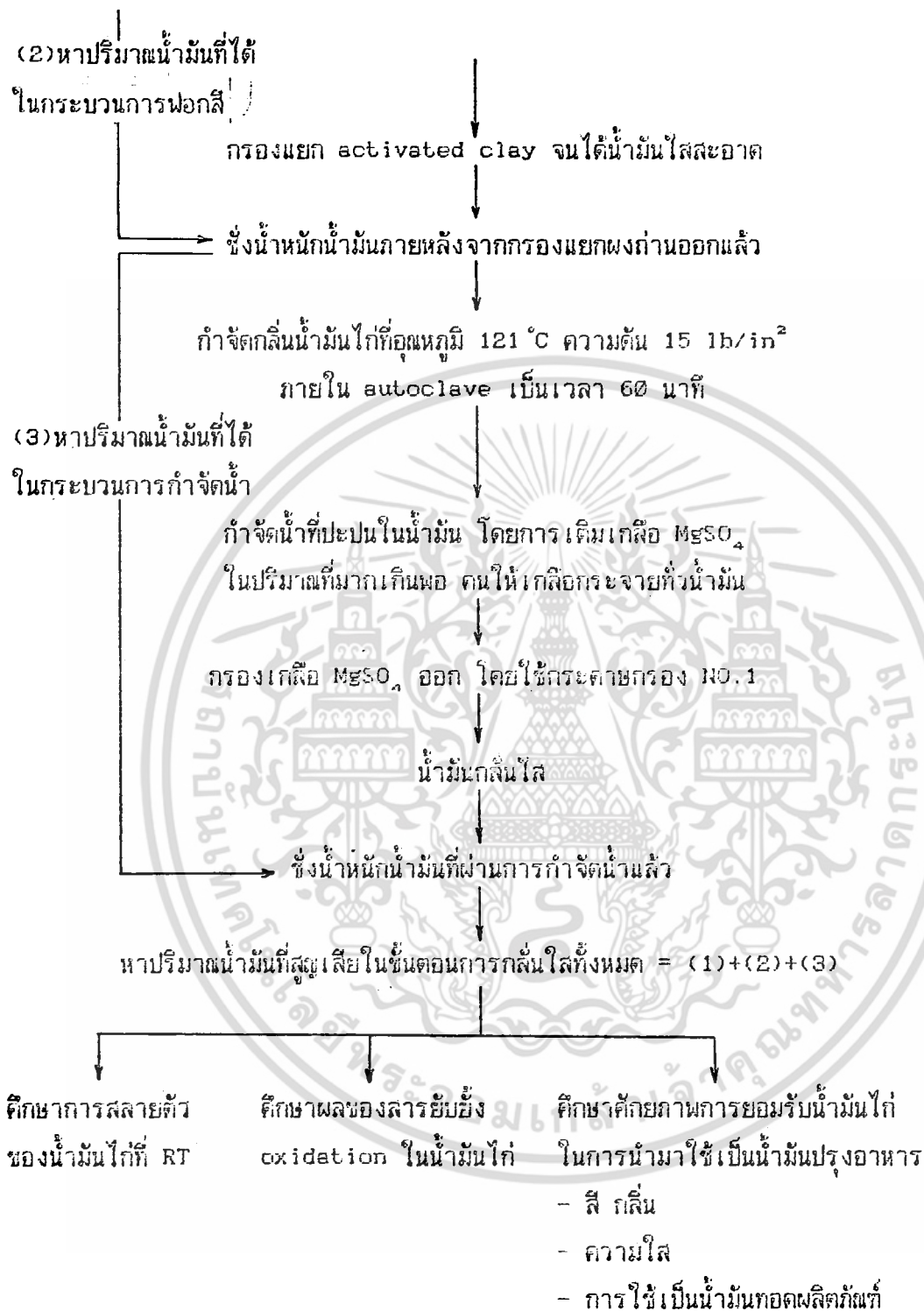
ทำ consumer test โดยใช้ผู้ทดสอบซึ่งเป็นนักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ชั้นปีที่ 4 คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 15 คน ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์อาหาร (แป้งทอด) ซึ่งทอดในน้ำมัน 4 ตัวอย่าง คือ น้ำมันไก่สกัดก่อนและหลังกลั่นใส น้ำมันพืชและน้ำมันหมู ศึกษาในแง่ของ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับทั่วไปแล้วให้คะแนนตามลักษณะที่กำหนดไว้ตามแบบสอบถาม (แสดงในภาคผนวก ข ข้อ 2)

คำนวณค่า Standard Deviation ของข้อมูลที่ได้ และวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อดูความแตกต่างของแต่ละ treatment โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two ways ANOVA)

การศึกษาคุณภาพของน้ำมันไก่ที่ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์แล้ว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี ของน้ำมันไก่ธรรมชาติและน้ำมันไก่กลั่นใส

คุณสมบัติ	ตัวอย่างน้ำมัน		ปริมาณสูงสุดที่ยอมรับให้มีได้ ตาม มอก. 47-2528
	น้ำมันไก่ธรรมชาติ	น้ำมันไก่กลั่นใส	
ค่าไอโอดีน : IV	74.04	65.65	-
ค่ากรดไขมันอิสระ : FFA (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	8.369	3.017	2.01 (น้ำมันธรรมชาติ) 0.30 (น้ำมันกลั่นใส)
ค่าการเกิดสบู่ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	217.510	210.965	0.005
ค่าความหนืด (cpsi) ใช้ spin NO.2	4750	12500	-
สี	สีเหลืองเข้ม	สีเหลืองจาง	-

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณน้ำมันที่ได้หลังจากผ่านกระบวนการต่างๆ

กระบวนการ	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	น้ำหนักหลังกระบวนการ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันที่ได้ หลังผ่านกระบวนการ คิดเป็นร้อยละ
สกัดน้ำมันโดยการเจียว	4000	2874.68	71.87
	(น้ำหนักไขมัน)	(น้ำหนักน้ำมัน)	
การกำจัด FFA	2874.68	2809.91	70.25
	(น้ำหนักน้ำมัน)	(น้ำหนักน้ำมัน)	
การเอกลี ค่าใช้กลั่น และน้ำ	2809.91	2288.76	57.22
	(น้ำหนักน้ำมัน)	(น้ำหนักน้ำมัน)	

ตารางที่ 3 แสดงผลของการสลายตัวของน้ำมันไก่กลั่นใสที่อุณหภูมิห้อง เมื่อตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ตัวอย่าง	การวิเคราะห์	
	ค่าไอโอดีน	ค่าเปอร์ออกไซด์
น้ำมันไก่กลั่นใส (control)	65.653	28.653
น้ำมันไก่กลั่นใส + BHA 100 ppm	119.254	14.887
น้ำมันไก่กลั่นใส + BHA 200 ppm	116.812	21.654
น้ำมันไก่กลั่นใส + BHT 100 ppm	118.133	24.545
น้ำมันไก่กลั่นใส + BHT 200 ppm	110.849	26.441
น้ำมันไก่กลั่นใส + BHA 100 ppm + BHT 100 ppm	117.841	24.653

ตารางที่ 4 แสดงผลการศึกษาผลของสารยับยั้งออกซิเดชันในน้ำมันไก่กลั่นใส เมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลา 1-6 สัปดาห์

ตัวอย่าง	ค่าเปอร์ออกไซด์					
	สัปดาห์ที่					
	1	2	3	4	5	6
น้ำมันไก่กลั่นใส	43.007	37.134	28.653	28.900	71.455	92.603
น้ำมันไก่กลั่นใส+BHT100ppm	18.714	21.434	25.603	27.424	28.876	30.045
น้ำมันไก่กลั่นใส+BHA200ppm	21.654	23.601	27.105	33.820	32.973	33.369
น้ำมันไก่กลั่นใส+BHT100ppm	35.291	42.195	25.220	24.545	29.840	39.362
น้ำมันไก่กลั่นใส+BHT200ppm	30.053	45.289	26.441	31.433	28.362	31.963
น้ำมันไก่กลั่นใส+BHA100ppm +BHT100ppm	36.408	42.261	27.011	24.653	24.985	44.826

ผลการศึกษาค่าคุณภาพการยอมรับน้ำมันไก่ในการนำมาใช้เป็นน้ำมันปรุงอาหาร

ตารางที่ 5 แสดงคะแนนเฉลี่ยของสีและกลิ่นของน้ำมันไก่ ก่อนและหลังกลั่นใส เปรียบเทียบกับ น้ำมันพืชและน้ำมันหมู

ตัวอย่างน้ำมัน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน	
	สี	กลิ่น
น้ำมันไก่ธรรมชาติ	7.67	5.80
น้ำมันไก่กลั่นใส	4.40	4.80
น้ำมันพืช	8.00	6.93
น้ำมันหมู	4.87	5.47

ตารางที่ 6 แสดงคะแนนเฉลี่ยของความใสของน้ำมันไก่ก่อนและหลังกลั่นใส เทียบกับน้ำมันพืช และน้ำมันหมู เมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

ตัวอย่างน้ำมัน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน	
	ความใส	
	ที่อุณหภูมิห้อง	ที่อุณหภูมิ 20 °C
น้ำมันไก่ธรรมชาติ	4.33	7.13
น้ำมันไก่กลั่นใส	5.60	3.87
น้ำมันพืช	8.20	8.47
น้ำมันหมู	7.00	6.87

ตารางที่ 7 แสดงคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบด้านประสิทธิภาพผลในการใช้น้ำมันไก่อ่อนและหลังกลั่นใสทอผลผลิตกับบึงทอด เทียบกับน้ำมันพืชและน้ำมันหมู ในด้านของกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับทั่วไป

ตัวอย่างน้ำมัน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน			
	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับทั่วไป
น้ำมันไก่อ่อนรสชาติ	6.80	6.67	7.33	7.53
น้ำมันไก่อ่อนใส	7.20	6.73	7.27	7.47
น้ำมันพืช	7.73	7.20	7.33	7.67
น้ำมันหมู	7.00	6.93	7.33	7.47

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติของผล

	SS	df	MS	F _{cal}	F _{table}
					0.05 0.01
Between	156.06	3	52.02	44.08	2.832
Within	114.76	14	8.20	0.14	
Res	49.94	42	1.19		
Total	320.73	59			

ตารางที่ 9 แสดงการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของกลิ่น

	SS	df	MS	F _{cal}	F _{table} 0.05 0.01	
Between	35.79	3	11.93	3.92	2.832	4.292
Within	103.50	14	7.30			
Res	127.97	42	3.05			
Total	267.25	59				

ตารางที่ 10 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติของความใสที่อุณหภูมิห้อง

	SS	df	MS	F _{cal}	F _{table} 0.05 0.01	
Between	126.85	3	42.28	27.36	2.832	4.292
Within	42.43	14	3.03	2.09		
Res	64.90	42	1.55			
Total	231.18	59				

ตารางที่ 11 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติของความใสที่อุณหภูมิ 20 °C

	SS	df	MS	F _{cal}	F _{table} 0.05 0.01	
Between	168.65	3	56.55	35.66	2.832	4.292
Within	46.33	14	3.31	2.09		
Res	66.60	42	1.59			
Total	282.58	59				

ตารางที่ 12 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติในด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์

	SS	df	MS	F _{cal}	F _{table} 0.05 0.01	
Between	13.246	3	4.415	5.374	2.832	4.292
Within	49.23	14	3.516			
Res	34.50	42	0.821			
Total	96.98	59				

ตารางที่ 13 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์

	SS	df	MS	F_{cal}	F_{table}	
					0.05	0.01
Between	2.58	3	0.86	1.59	2.832	4.292
Within	48.93	14	3.49			
Res	22.63	42	0.54			
Total	74.18	59				

ตารางที่ 14 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

	SS	df	MS	F_{cal}	F_{table}	
					0.05	0.01
Between	0.047	3	0.015	0.056	2.832	4.292
Within	87.23	14	6.231			
Res	11.70	42	0.279			
Total	98.98	59				

ตารางที่ 15 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างทางสถิติด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์

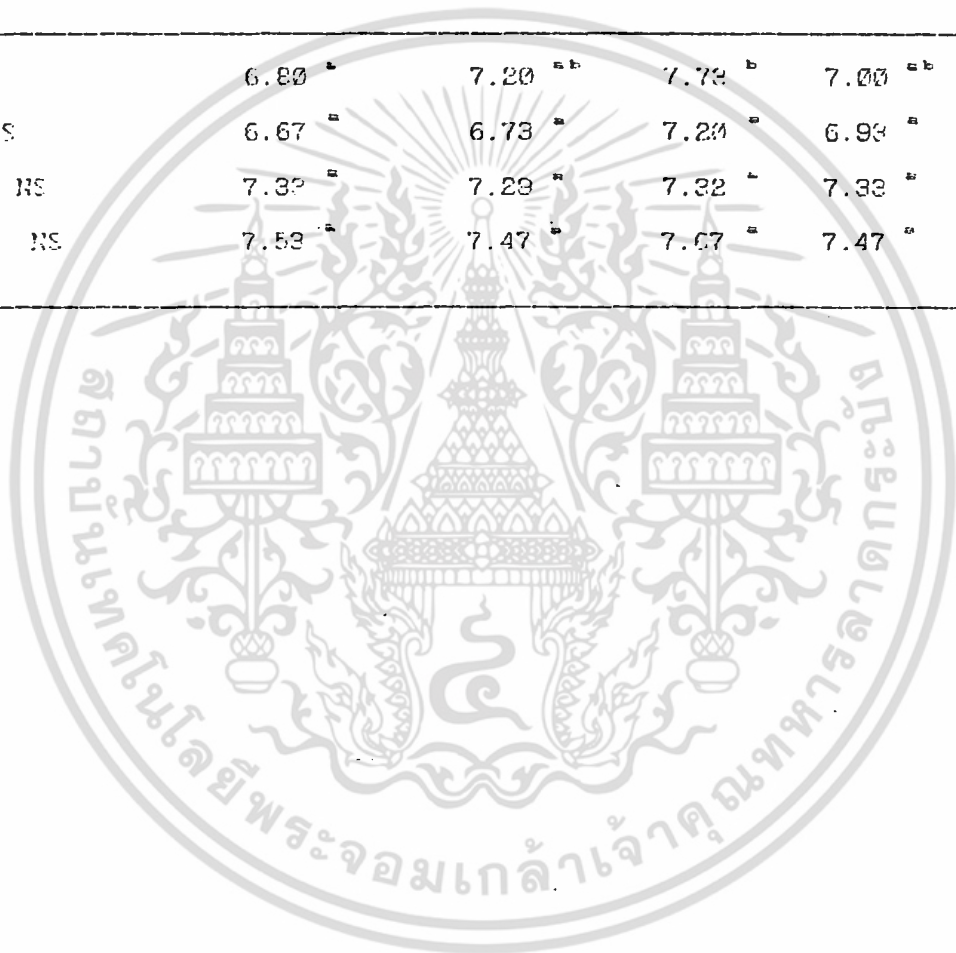
	SS	df	MS	F _{cal}	F _{table} 0.05 0.01	
Between	0.40	3	0.13	0.194	2.832	4.292
Within	23.93	14	1.71			
Res	28.60	42	0.68			
Total	52.93	59				

ตารางที่ 16 สรุปความแตกต่างของการยอมรับในคุณภาพด้านต่างๆ เปรียบเทียบระหว่างน้ำมันชนิดต่างๆกัน

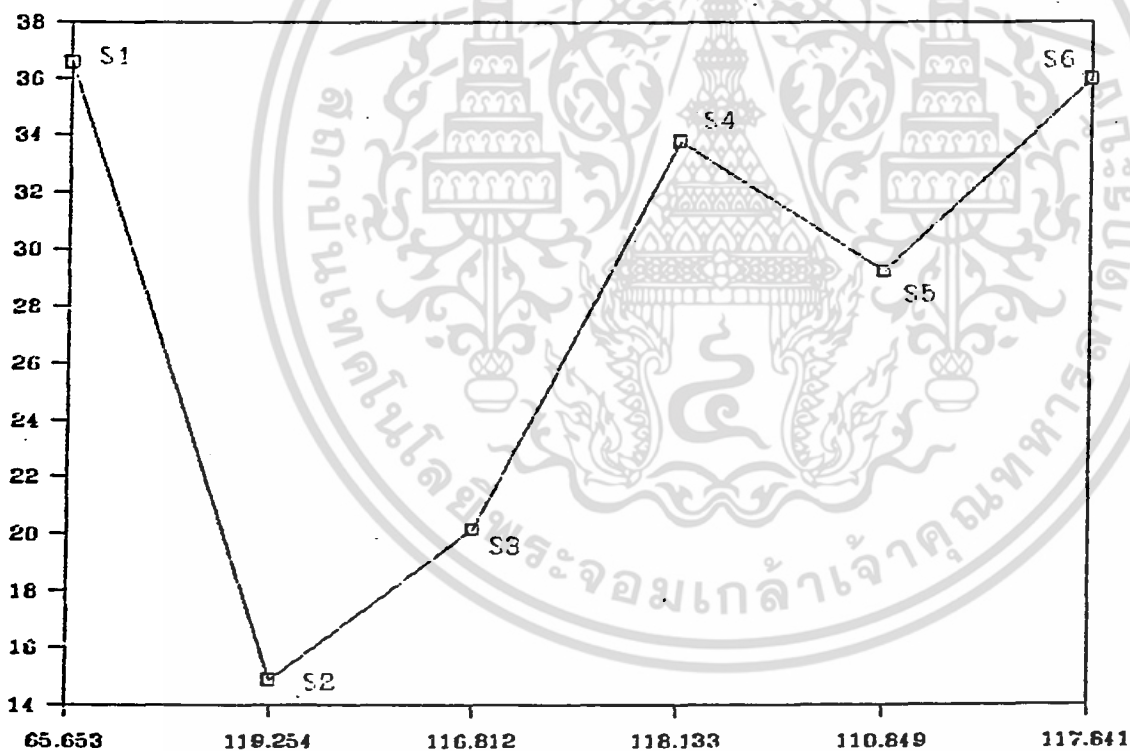
คุณภาพที่ตรวจสอบ	คะแนนเฉลี่ย			
	น้ำมันไก่ธรรมชาติ	น้ำมันไก่กลิ่นใส	น้ำมันพืช	น้ำมันหมู
สี **	7.67 ^a	4.40 ^b	8.00 ^c	4.87 ^b
กลิ่น *	5.80 ^a	4.80 ^{ab}	6.93 ^a	5.47 ^a
ความใสที่อุณหภูมิห้อง **	4.33 ^{ab}	5.60 ^{ab}	8.20 ^c	7.00 ^{bc}
ความใสที่อุณหภูมิ 20 °C **	7.13 ^a	3.87 ^b	8.47 ^a	6.87 ^{ab}

ตารางที่ 17- สรุปความแตกต่างของการยอมรับในคุณภาพด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วย
น้ำมันชนิดต่างๆกัน

คุณภาพที่ตรวจสอบ	คะแนนเฉลี่ย			
	น้ำมันไก่ธรรมชาติ	น้ำมันไก่กลิ่นใส	น้ำมันพืช	น้ำมันหมู
กลิ่น *	6.80 ^a	7.20 ^{ab}	7.72 ^b	7.00 ^{ab}
รสชาติ NS	6.67 ^a	6.73 ^a	7.20 ^a	6.93 ^a
เนื้อสัมผัส NS	7.32 ^a	7.29 ^a	7.32 ^a	7.33 ^a
การยอมรับ NS	7.53 ^a	7.47 ^a	7.67 ^a	7.47 ^a

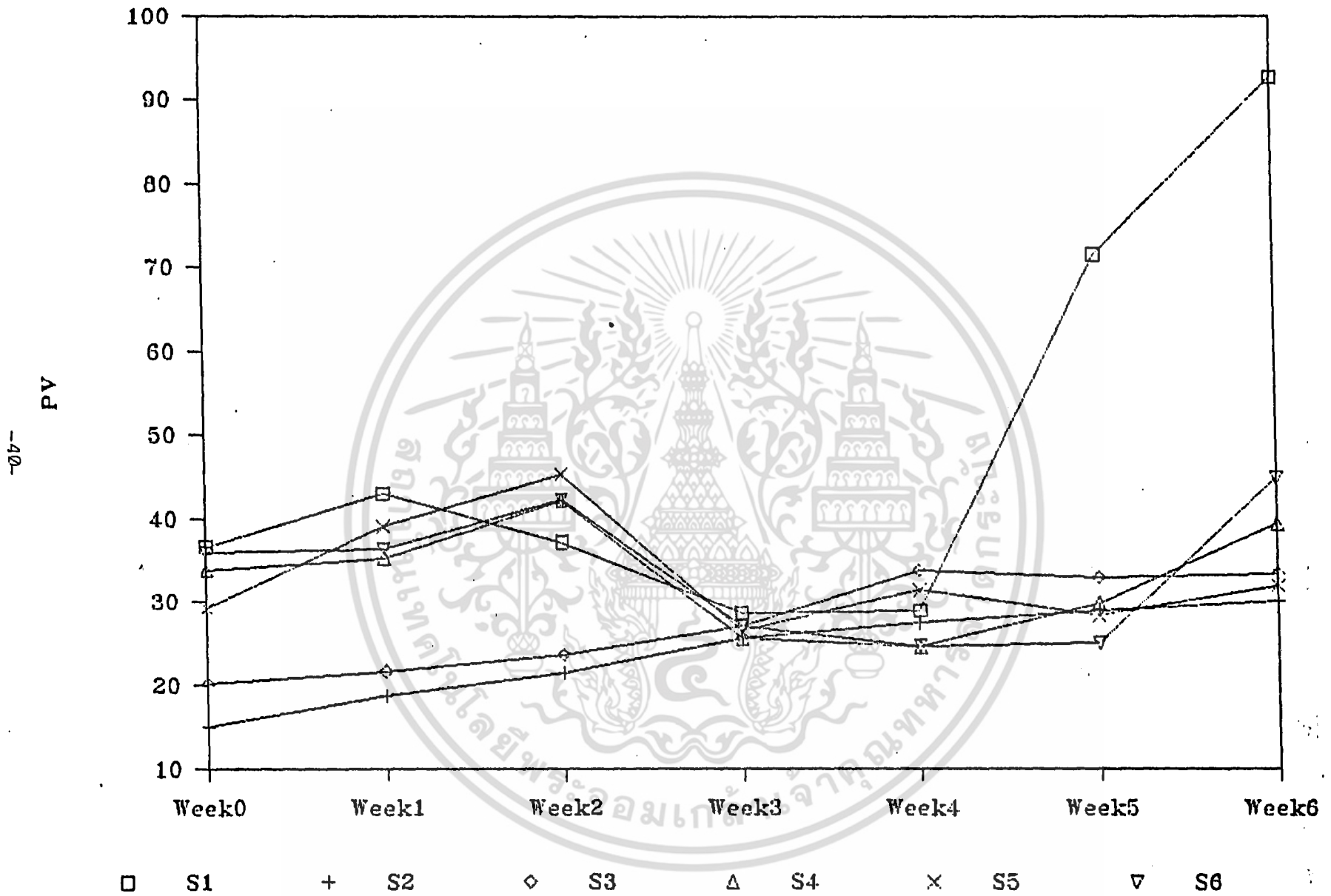


- ตัวอย่างที่ 1 น้ำมันไก่อย่างเดียว (control) : S1
 2 น้ำมันไก่เติม BHA 100 ppm : S2
 3 น้ำมันไก่เติม BHA 200 ppm : S3
 4 น้ำมันไก่เติม BHT 100 ppm : S4
 5 น้ำมันไก่เติม BHT 200 ppm : S5
 6 น้ำมันไก่เติม BHA และ BHT อย่างละ 100 ppm : S6

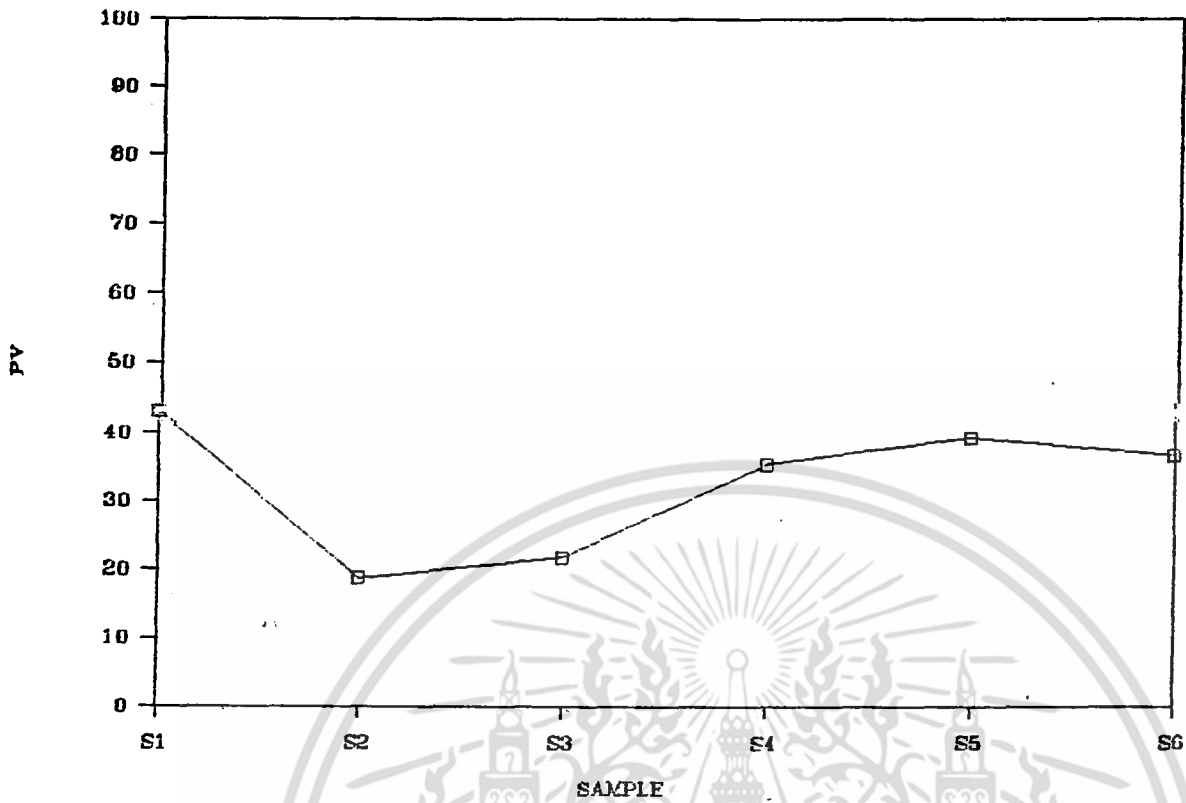


IV

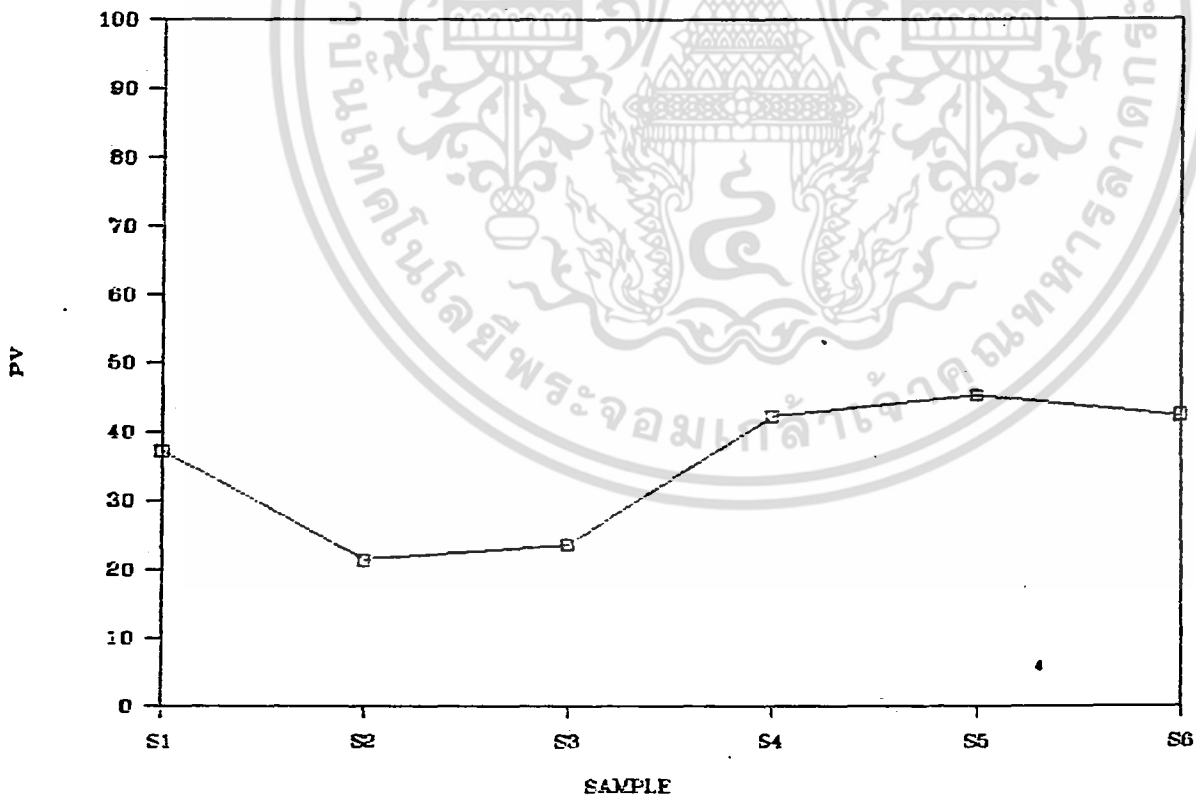
ภาพที่ 3 แสดงค่า FV และ IV ของน้ำมันไก่กลิ่นไล่ตัวอย่างที่ 1-6
 เมื่อทิ้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง



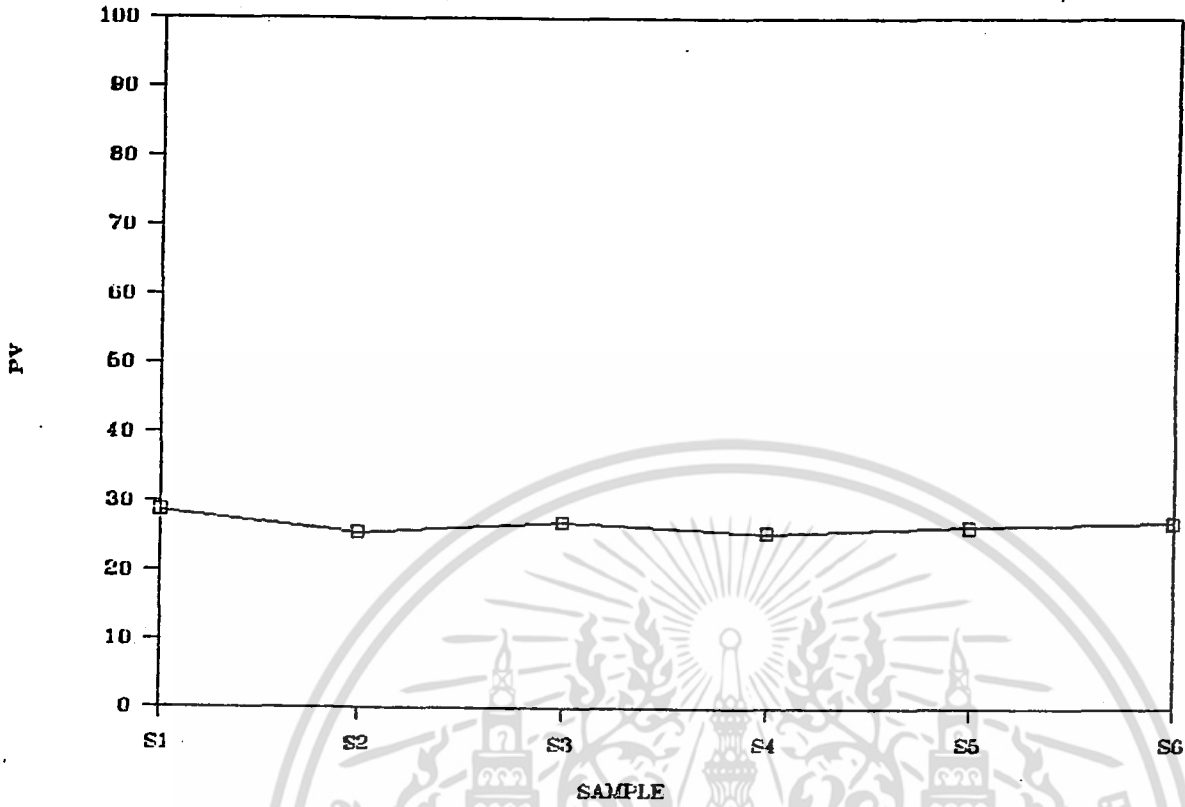
ภาพที่ 4 แสดงค่า PV ของตัวอย่างเมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 1-6 สัปดาห์



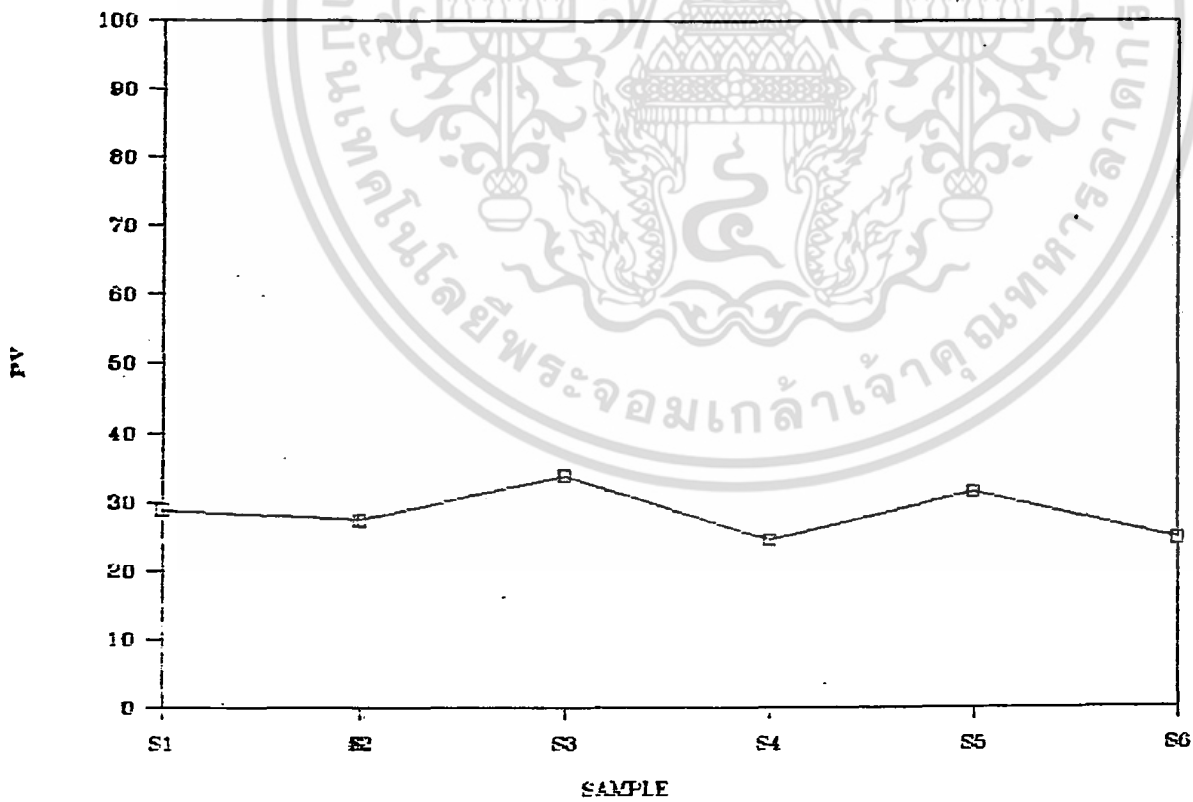
ภาพที่ 5 แสดงค่า PV ของตัวอย่างน้ำมันไก่อกลั่นใส ที่เก็บไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์



ภาพที่ 6 แสดงค่า PV ของตัวอย่างน้ำมันไก่อกลั่นใส ที่เก็บไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์

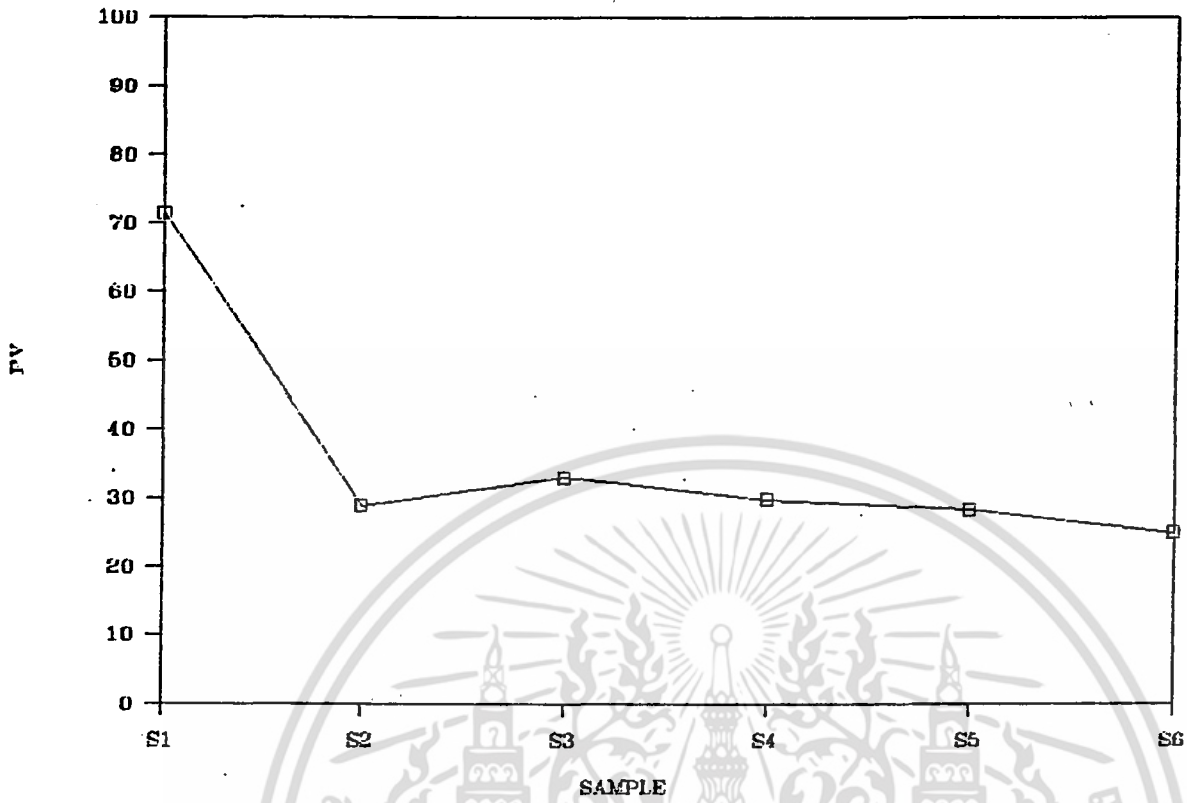


ภาพที่ 7 แสดงค่า PV ของตัวอย่างน้ำมันไก่กลั่นใส ที่เก็บไว้เป็นเวลา 3 สัปดาห์

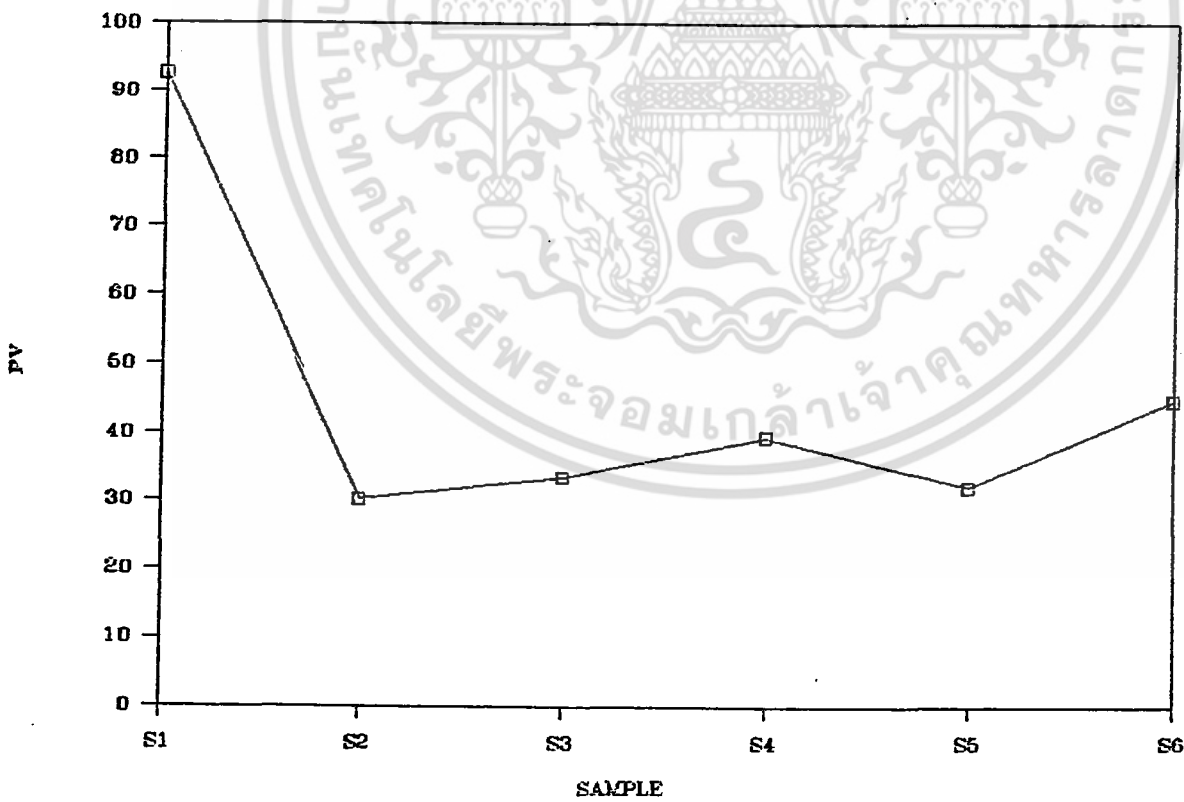


ภาพที่ 8 แสดงค่า PV ของตัวอย่างน้ำมันไก่กลั่นใส ที่เก็บไว้เป็นเวลา 4 สัปดาห์

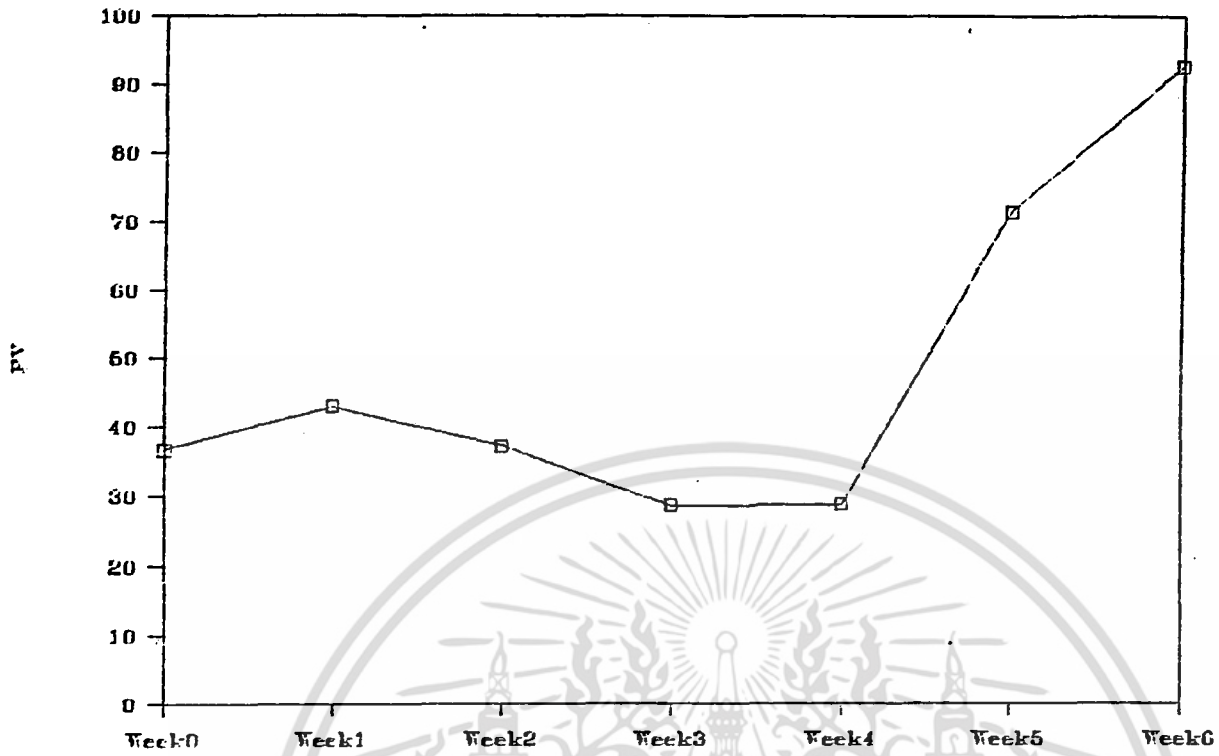
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน-42-การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



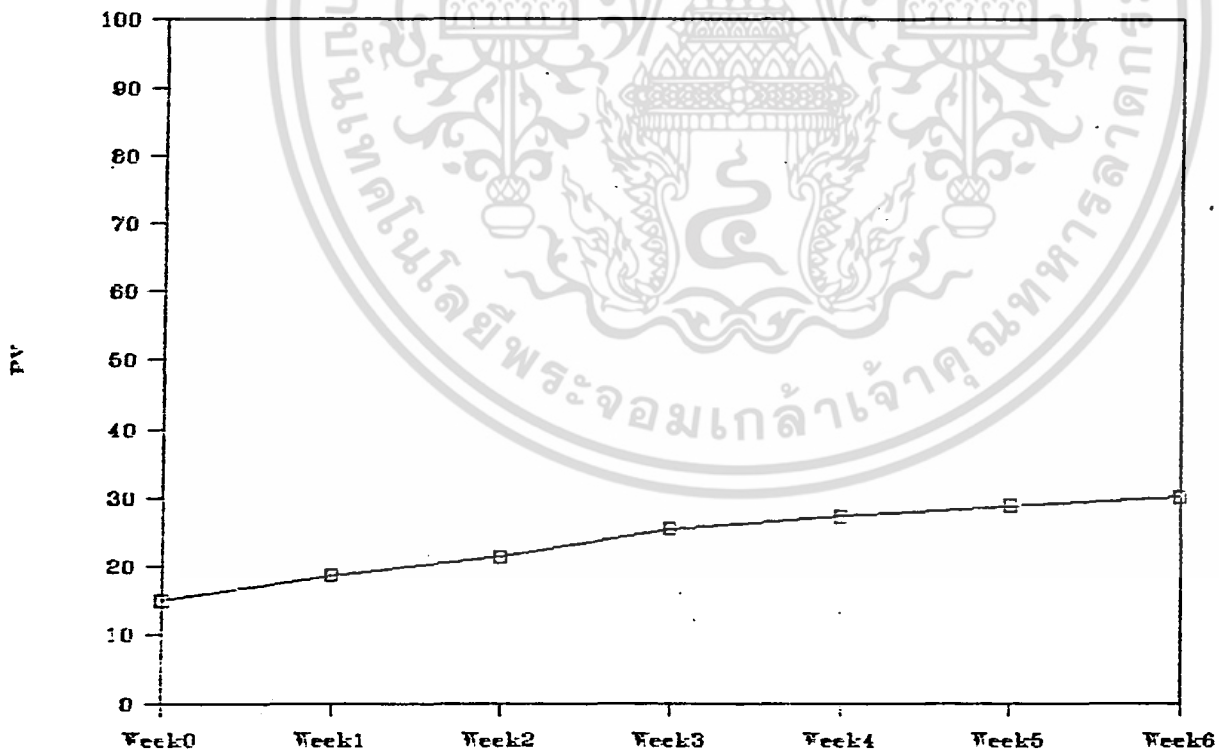
ภาพที่ 9 แสดงค่า PV ของตัวอย่างน้ำมันไก่กลั่นใส ที่เก็บไว้เป็นเวลา 5 สัปดาห์



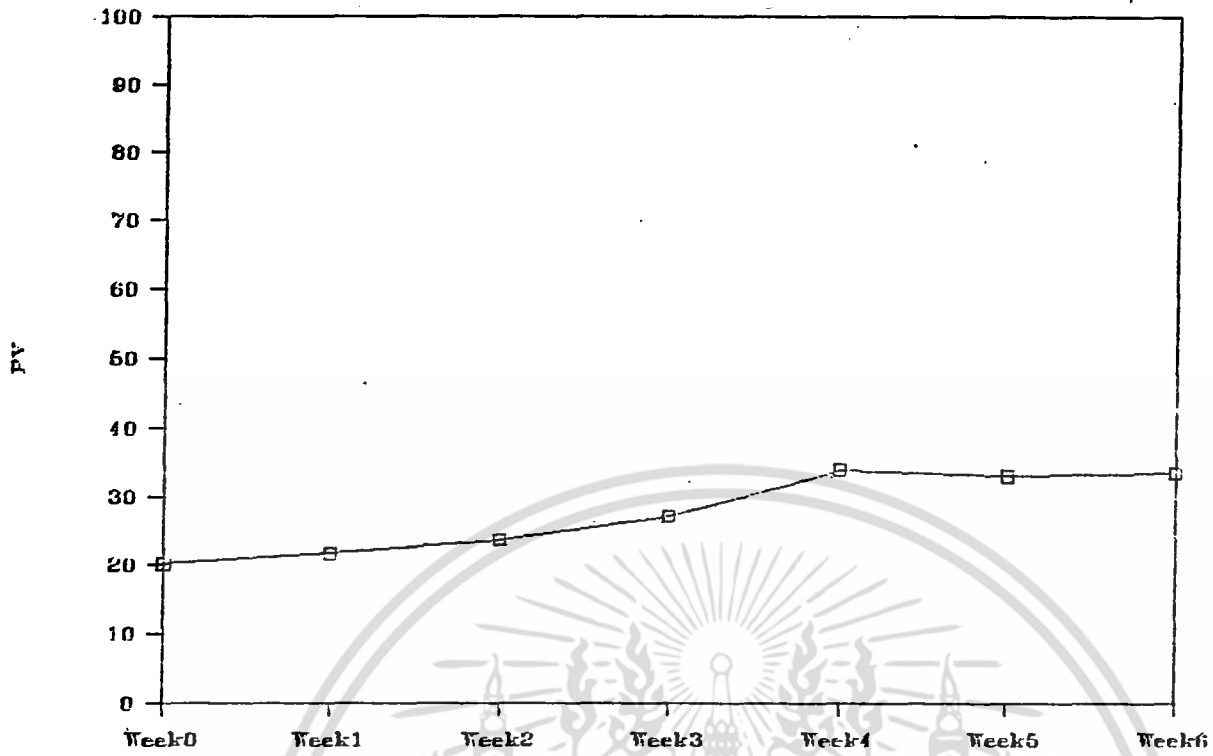
ภาพที่ 10 แสดงค่า PV ของตัวอย่างน้ำมันไก่กลั่นใส ที่เก็บไว้เป็นเวลา 6 สัปดาห์



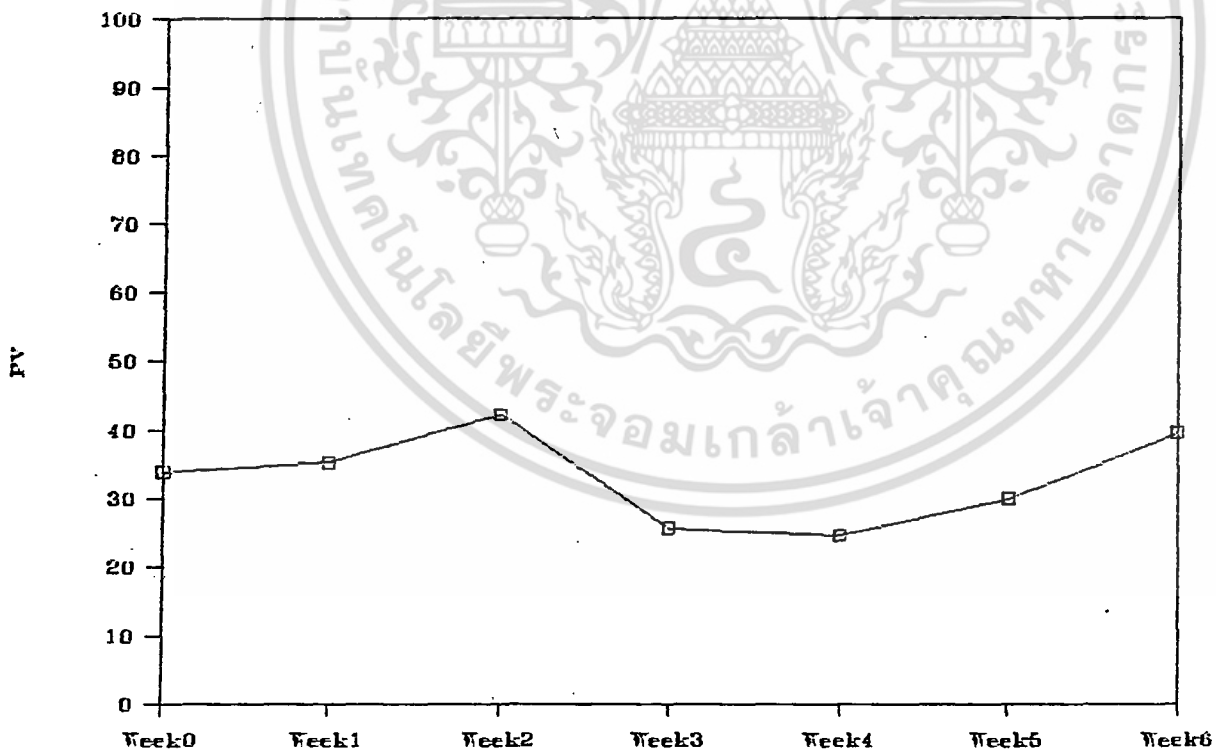
ภาพที่ 11 แสดงค่า PV ของตัวอย่างน้ำมันไก่ก่กลั่นใส (control) ที่เก็บไว้เป็นเวลา 1-6 สัปดาห์



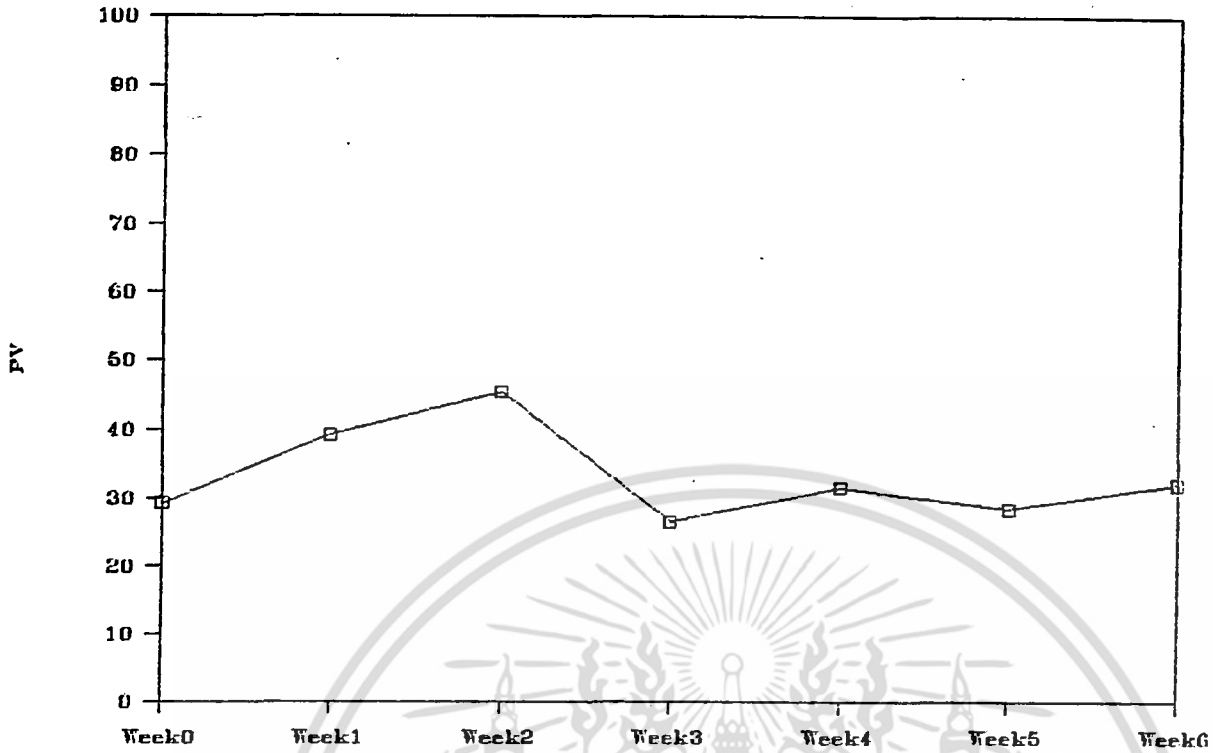
ภาพที่ 12 แสดงค่า PV ของตัวอย่างน้ำมันไก่ก่กลั่นใสที่เติม BHA 100 ppm ที่เก็บไว้เป็นเวลา 1-6 สัปดาห์



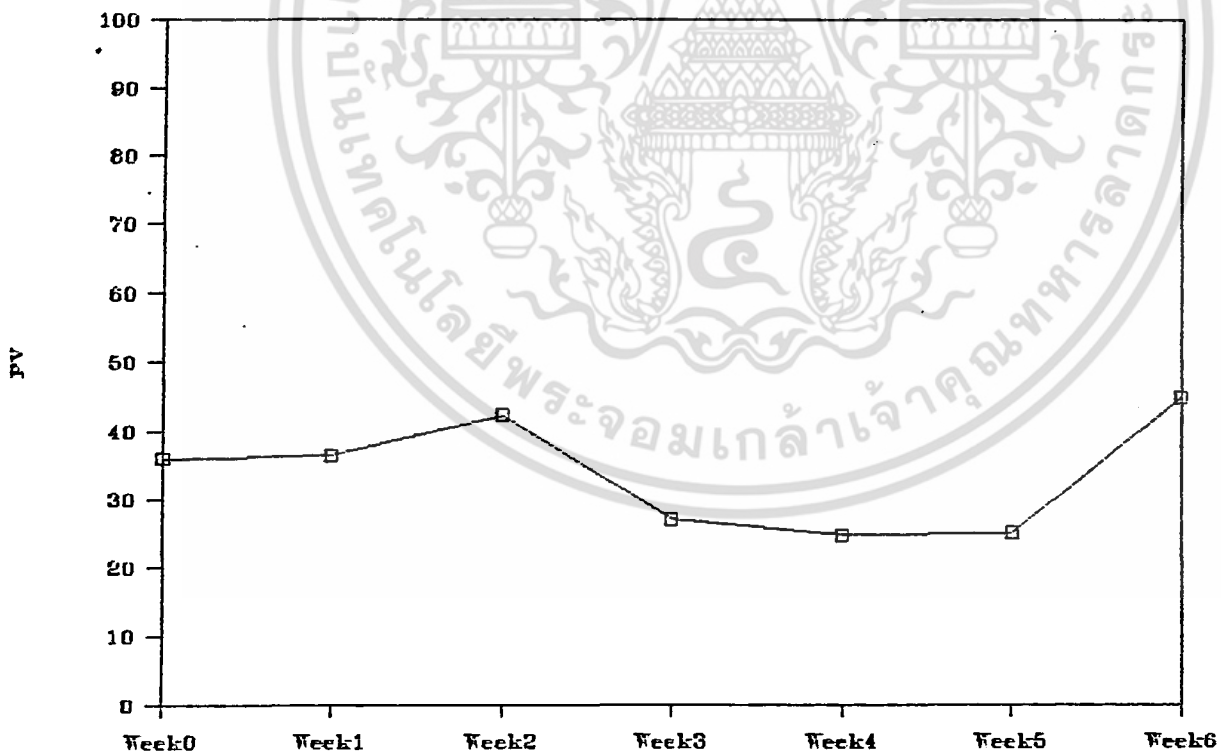
ภาพที่ 13 แสดงค่า PV ของตัวอย่างน้ำมันไก่กลั่นใสที่เติม BHA 200 ppm ที่เก็บไว้เป็นเวลา 1-6 สัปดาห์



ภาพที่ 14 แสดงค่า PV ของตัวอย่างน้ำมันไก่กลั่นใสที่เติม BHT 100 ppm ที่เก็บไว้เป็นเวลา 1-6 สัปดาห์



ภาพที่ 15 แสดงค่า PV ของตัวอย่างน้ำมันไก่กลั่นใส ที่เติม BHT 200 ppm ที่เก็บไว้เป็นเวลา 1-6 สัปดาห์



ภาพที่ 16 แสดงค่า PV ของตัวอย่างน้ำมันไก่กลั่นใสที่เติม BHA และ BHT อย่างละ 100 ppm ที่เก็บไว้เป็นเวลา 1-6 สัปดาห์

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ได้ทำการศึกษากรรมวิธีการผลิตน้ำมันปรุงอาหารจากไขมันไก่ โดยการสกัดแบบแห้ง ซึ่งใช้อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที และผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ คือ

1. การกำจัดกรดไขมันอิสระ

สภาวะที่ใช้ : ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 8 เปอร์เซ็นต์
: ปริมาณมากเกินพอของโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0.05 ของน้ำหนักน้ำมัน
: อุณหภูมิในการกำจัดกรดไขมันอิสระ 60 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

2. การฟอกสี

สภาวะที่ใช้ : activated clay ปริมาณร้อยละ 2.1 ของน้ำหนักน้ำมัน
: อุณหภูมิในการฟอกสี 75 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที
: ความคมให้เป็นสภาวะสูญญากาศ

3 การกำจัดกลิ่น

สภาวะที่ใช้ : อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ภายใน autoclave เป็นเวลา 60 นาที

4. การกำจัดน้ำ

สารเคมีที่ใช้ : เดียมเกลือแมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) ในปริมาณที่มากเกินพอ เพื่อให้กระจายทั่วน้ำมัน เพื่อทำการดึงอนุภาคน้ำที่แทรกอยู่
: กรองเกลือแมกนีเซียมซัลเฟตออก

น้ำมันไก่ที่ผ่านกระบวนการกลั่นใสแล้ว นำมาศึกษา

1. การสลายตัวของน้ำมันไก่ที่อุณหภูมิห้อง
2. ผลของสารยับยั้งออกซิเดชันในน้ำมันไก่
3. ศักยภาพการยอมรับน้ำมันไก่ในการนำมาใช้เป็นน้ำมันปรุงอาหาร

จากการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การสลายตัวของน้ำมันไก่กลิ่นใส่ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาวิเคราะห์หา Iodine value (IV) และ Peroxide value (PV) พบว่าสามารถเรียงลำดับตัวอย่างที่มีค่า IV ต่ำที่สุดไปสูงที่สุดได้ดังนี้คือ

control < น้ำมันไก่+BHT 200ppm < น้ำมันไก่+BHA 200ppm < น้ำมันไก่+BHA 100ppm+BHT 100ppm < น้ำมันไก่+BHT 100ppm < น้ำมันไก่+BHA 100ppm

ตามปกติแล้ว IV ของไขมันและน้ำมันจะมีค่าคงที่ และจากผลการทดลองพบว่า น้ำมันไก่ที่เติมสารยับยั้งออกซิเดชันทุกตัวอย่างมีค่า IV ใกล้เคียงกัน ส่วนน้ำมันไก่ที่ผ่านการกลั่นใสเพียงอย่างเดียว IV มีค่าแตกต่างจากตัวอย่างอื่นอย่างมากและมีค่าต่ำที่สุด สามารถอธิบายได้ว่า พันธะที่แสดงความไม่อิ่มตัวของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในไขมันและน้ำมันมีการแตกตัวสร้างพันธะใหม่กับออกซิเจน ในกระบวนการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้จำนวนพันธะที่แสดงความไม่อิ่มตัวของน้ำมันลดน้อยลง ประสิทธิภาพในการดูดซับไอโอดีนจึงลดน้อยลงไปด้วย ฉะนั้นจึงทำให้ IV ลดต่ำลง ส่วนตัวอย่างน้ำมันอื่นที่มีการเติมสารยับยั้งออกซิเดชัน เมื่อพิจารณาตัวอย่างที่ใช้สารยับยั้งออกซิเดชันตัวเดียวกันแต่ต่างความเข้มข้น พบว่าทั้ง BHA และ BHT ให้ผลเหมือนกันคือ เมื่อใช้ในปริมาณที่ต่ำกว่า (100 ppm) จะสามารถยับยั้งการเกิดออกซิเดชันได้ดีกว่าการใช้ในปริมาณที่สูง (200 ppm) ซึ่งสังเกตได้จาก IV น้ำมันที่เติม BHA 100 ppm IV จะต่ำกว่าน้ำมันที่เติม BHA 200 ppm และน้ำมันที่เติม BHT 100ppm ก็จะมี IV ต่ำกว่าน้ำมันที่เติม BHT 200 ppm เช่นกัน เมื่อพิจารณาตัวอย่างที่เติมสารยับยั้งออกซิเดชันต่างชนิดกันที่มีความเข้มข้นเท่ากัน พบว่า BHA มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันได้ดีกว่า BHT โดยค่า IV ของตัวอย่างน้ำมันที่เติม BHA จะมีค่าสูงกว่าตัวอย่างน้ำมันที่เติม BHT ส่วนตัวอย่างน้ำมันที่เติม BHA ผสมกับ BHT ปรากฏว่า IV อยู่ระหว่าง IV ของน้ำมันที่เติม BHA 200 ppm และ BHT 100 ppm แสดงให้เห็นว่า การใช้สารยับยั้งออกซิเดชันผสมนั้น มีประสิทธิภาพในการยับยั้งออกซิเดชันปานกลาง

และสามารถเรียงลำดับตัวอย่างที่มีค่า PV ต่ำที่สุดไปสูงที่สุดได้ดังนี้คือ

น้ำมันไก่+BHA 100 ppm < น้ำมันไก่+BHA 200 ppm < น้ำมันไก่+BHT 100 ppm
< น้ำมันไก่+BHA 100 ppm+BHT 100 ppm < น้ำมันไก่+BHT 200 ppm < control

พบว่าตัวอย่างน้ำมันไก่ที่ไม่ได้เติมสารยับยั้งออกซิเดชั่น วัดค่า PV ได้สูงที่สุด แสดงว่ามีสารประกอบเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการออกซิเดชั่นของไขมันมาก ส่วนตัวอย่างที่มีการเติมสารยับยั้งออกซิเดชั่น เมื่อพิจารณาตัวอย่างที่ใช้สารยับยั้งออกซิเดชั่นชนิดเดียวกันแต่ต่างความเข้มข้นพบว่า ทั้ง BHA และ BHT ให้ผลเหมือนกัน คือ เมื่อใช้ในปริมาณต่ำ (100 ppm) PV จะมีค่าต่ำกว่าตัวอย่างที่ใช้สารยับยั้งในปริมาณสูง (200 ppm) และเมื่อพิจารณาตัวอย่างที่เติมสารยับยั้งออกซิเดชั่นต่างชนิดกัน เมื่อใช้ในปริมาณที่เท่ากัน พบว่า ตัวอย่างที่เติม BHA จะมีค่า PV ต่ำกว่าตัวอย่างที่เติม BHT ส่วนตัวอย่างที่เติมสารยับยั้งออกซิเดชั่นผสมระหว่าง BHA และ BHT ปรากฏว่า PV อยู่ระหว่างตัวอย่างที่เติม BHT และ BHA 200 ppm สารยับยั้งออกซิเดชั่นผสมจึงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในไขมันได้ปานกลาง

ฉะนั้นจากการศึกษาการสลายตัวของน้ำมันไก่กลั่นใสโดยการวัดค่า IV และ PV เมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า BHA ในปริมาณ 100 ppm เป็นสารยับยั้งออกซิเดชั่นที่มีผลในการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (ปฏิกิริยาการสลายตัว) ของน้ำมันไก่กลั่นใสได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

2. ผลของสารยับยั้งออกซิเดชั่นในน้ำมันไก่กลั่นใสเมื่อตั้งทิ้งไว้ในระยะเวลาต่าง ๆ

ทำการเปรียบเทียบเพื่อหา

2.1 ปริมาณของสารยับยั้งออกซิเดชั่น โดยพิจารณาสารยับยั้งออกซิเดชั่นชนิด

เดียวกัน

2.2 ชนิดของสารยับยั้งออกซิเดชั่น เมื่อพิจารณาที่ความเข้มข้นเท่ากัน

2.3 ระยะเวลาที่สารยับยั้งออกซิเดชั่นมีประสิทธิภาพสูงที่สุด

เพื่อหาสารยับยั้งออกซิเดชั่นที่เหมาะสมที่จะใช้ในน้ำมันไก่กลั่นใส

จากภาพที่ 4-9 เมื่อพิจารณาความเข้มข้นระหว่าง PV ที่ลำดับที่ต่างๆของตัวอย่างน้ำมันทั้ง 6 ตัวอย่าง พบว่า

ตัวอย่างน้ำมันไก่ที่ไม่ได้เติมสารยับยั้งออกซิเดชั่น ในช่วงแรกนั้น PV ลดลง จนถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้⁴⁹เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลึบตาที่ 3-4 ค่า PV คงที่ แล้วหลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การที่ PV ของน้ำมันไก่ลดลงในช่วงแรกนั้น อาจเป็นเพราะในตัวน้ำมันไก่เองมีสารยับยั้งออกซิเดชันตามธรรมชาติ ซึ่งน่าที่จะมีการศึกษาในเรื่องนี้ต่อไป และน้ำมันไก่ที่เก็บไว้เป็นระยะเวลาานกว่า 4 ลึบตา จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้น้ำมันมีกลิ่นเหม็นอย่างรวดเร็ว

เมื่อทำการเปรียบเทียบตัวอย่างน้ำมันไก่ที่เติมสารยับยั้งออกซิเดชันชนิดเดียวกัน แต่ต่างปริมาณ คือ BHA ในปริมาณ 100 และ 200 ppm พบว่าในระยะแรก PV ของตัวอย่างที่เติม BHA 100 ppm มีค่าต่ำกว่าตัวอย่างที่เติม BHA 200 ppm และในลึบตาที่ 3 BHA ในปริมาณ 100 และ 200 ppm PV ของทั้ง 2 ตัวอย่างใกล้เคียงกัน แต่จากลึบตาที่ 4 เป็นต้นมา พบว่าตัวอย่างน้ำมันที่เติม BHA 100 ppm จะมี PV ต่ำกว่า แสดงว่าการใช้ BHA ในปริมาณต่ำ (100 ppm) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งออกซิเดชันในน้ำมันไก่กลิ่นไล่ได้ดีกว่าการใช้ BHA ในปริมาณสูง (200 ppm) แต่ BHA ในปริมาณ 100 ppm จะมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับ BHA 200 ppm ที่ลึบตาที่ 3 ของการเก็บรักษา

สำหรับตัวอย่างที่เติม BHT ในปริมาณที่ต่างกัน พบว่าในระยะแรกของการเก็บรักษา PV ของตัวอย่างน้ำมันที่เติม BHT ในปริมาณ 100 และ 200 ppm จะเพิ่มขึ้นจนถึงลึบตาที่ 2 หลังจากนั้นจะมีค่าลดลง ตัวอย่างที่เติม BHT 100 ppm PV จะเริ่มลดลงตั้งแต่ลึบตาที่ 3 และลดลงต่ำสุดในลึบตาที่ 4 หลังจากนั้น PV จะเพิ่มขึ้น แต่ตัวอย่างที่เติม BHT 200 ppm พบว่าลึบตาที่ 3 PV จะต่ำที่สุด หลังจากนั้น PV จะเพิ่มขึ้น แต่ในลึบตาที่ 6 มีแนวโน้มที่จะลดลงอีก

เมื่อเปรียบเทียบค่า PV ของน้ำมันที่เติม BHT ในปริมาณ 100 และ 200 ppm พบว่าตัวอย่างน้ำมันที่เติม BHT ในปริมาณต่ำ (100 ppm) PV จะน้อยกว่าที่ทุกลึบตาของระยะเวลาการเก็บ ยกเว้นลึบตาที่ 6 ที่ BHT 200 ppm มีค่า PV ต่ำกว่า แสดงว่าการใช้ BHT ในปริมาณต่ำ (100 ppm) จะมีประสิทธิภาพในการเป็นสารยับยั้งออกซิเดชันในน้ำมันไก่กลิ่นไล่ได้ดีกว่าการใช้ BHT ในปริมาณสูง (200 ppm) แต่เมื่อเก็บเป็นระยะเวลาาน BHT ในปริมาณ 200 ppm มีแนวโน้มที่จะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันได้ดีกว่า

การใช้ BHT ในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชัน มีประสิทธิภาพดีที่สุดในช่วง 3-4 ลึบตา เช่นเดียวกับ BHA

สำหรับการใช้สารยับยั้งออกซิเดชันผลระหว่าง BHA 100 ppm และ BHT 100 ppm พบว่าแนวโน้มของประสิทธิภาพการยับยั้งออกซิเดชันคล้ายกับ BHT 100 ppm คือในช่วงแรก ตัวอย่างที่เติมสารยับยั้งออกซิเดชันผลจะมี PV เพิ่มขึ้น แต่ลำดับที่ 3 จะเริ่มลดลง และ PV จะลดลงต่ำสุดที่ลำดับที่ 4 แล้วหลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นอีก ประสิทธิภาพของการใช้ BHT 100 ppm และสารยับยั้งออกซิเดชันผลค่อนข้างใกล้เคียงกัน ซึ่งพิจารณาได้จาก PV ที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาออกซิเดชันที่มีค่าใกล้เคียงกัน

หากจะพิจารณาที่ความเข้มข้นเดียวกันแต่ใช้สารยับยั้งออกซิเดชันต่างชนิดกัน โดยพิจารณาจาก PV ทั้งที่ปริมาณ 100 และ 200 ppm BHA จะมีประสิทธิภาพดีกว่า BHT โดยเฉพาะในระยะลำดับแรกๆ (ลำดับที่ 0-3) ในลำดับที่ 4 BHT จะมีประสิทธิภาพดีกว่า BHA แต่โดยรวมแล้ว BHA 100 ppm มีประสิทธิภาพดีกว่า BHT 100 ppm และ BHA 200 ppm มีประสิทธิภาพในการยับยั้งออกซิเดชันได้ดีกว่า BHT 200 ppm

ส่วนสารยับยั้งออกซิเดชันผลระหว่าง BHA และ BHT อย่างละ 100 ppm นั้นมี ประสิทธิภาพและแนวโน้มในการยับยั้งออกซิเดชันใกล้เคียงกับ BHT 100 ppm

จากภาพที่ 10-15

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า PV ของแต่ละตัวอย่างที่ระยะเวลาการเก็บต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบหาสารยับยั้งออกซิเดชันที่มีประสิทธิภาพที่สุดในแต่ละลำดับ โดยพิจารณาค่า PV พบว่า ในระยะลำดับแรก (ลำดับที่ 0-2) สารยับยั้งออกซิเดชันที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด คือ BHA ปริมาณ 100 ppm ในลำดับที่ 3 สารยับยั้งออกซิเดชันทุกตัวมีประสิทธิภาพในการยับยั้งออกซิเดชันใกล้เคียงกัน ส่วนในลำดับที่ 4-5 สารยับยั้งออกซิเดชันผลระหว่าง BHA และ BHT อย่างละ 100 ppm จะมีประสิทธิภาพดีที่สุด และที่ระยะเวลาในการเก็บที่นานขึ้น BHA 100 ppm มีแนวโน้มที่จะมีประสิทธิภาพในการ เป็นสารยับยั้งออกซิเดชันได้ดีที่สุด

สามารถสรุปได้ว่า สารยับยั้งออกซิเดชันที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันในน้ำมันไก่ก่อกันไส คือ BHA 100 ppm ในช่วงระยะเวลาที่ BHA 100 ppm มีสมรรถภาพในการทำงานได้ดีที่สุด คือ ลำดับแรกๆ ของการเก็บ (ลำดับที่ 0-3) รวมทั้งมีแนวโน้มที่จะเป็นสารยับยั้งออกซิเดชันที่มีประสิทธิภาพที่ลุดดีที่สุด เป็นระยะเวลาที่นานขึ้น

3. คักยภาพการยอมรับน้ำมันไก่ในการนำมาใช้เป็นน้ำมันปรุงอาหาร

การประเมินลักษณะสีและกลิ่นของน้ำมันไก่ก่อนและหลังกลั่นใส เทียบกับน้ำมันพืชและน้ำมันหมู

ลักษณะสี ผลที่ได้จากการทำ consumer test เปรียบเทียบสีระหว่างน้ำมันไก่ธรรมชาติ น้ำมันไก่กลั่นใส น้ำมันพืช และน้ำมันหมู แสดงดังตาราง 5, 8 และ 16 พบว่าผู้บริโภคยอมรับสีของน้ำมันเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ (ตารางที่ 5)

น้ำมันพืช > น้ำมันไก่ธรรมชาติ > น้ำมันหมู > น้ำมันไก่กลั่นใส

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าผู้บริโภคยอมรับสีของน้ำมันพืชมากที่สุดและสีของน้ำมันไก่กลั่นใสน้อยที่สุด เนื่องจากตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 8) และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างในลักษณะสีของแต่ละตัวอย่าง พบว่าที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ สีของน้ำมันไก่ธรรมชาติและสีของน้ำมันพืชไม่แตกต่างกัน ในขณะที่เดียวกันสีของน้ำมันไก่กลั่นใสและน้ำมันหมูก็ไม่แตกต่างกัน นั่นคือผู้บริโภคยอมรับสีของน้ำมันไก่ธรรมชาติมากกว่าสีของน้ำมันไก่กลั่นใส (ตารางที่ 16)

ลักษณะกลิ่น

ผลที่ได้จากการทำ consumer test เปรียบเทียบกลิ่นระหว่างน้ำมันไก่ธรรมชาติ น้ำมันไก่กลั่นใส น้ำมันพืชและน้ำมันหมู แสดงดังตารางที่ 5, 9 และ 16 พบว่าผู้บริโภคยอมรับกลิ่นของน้ำมันเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ (ตารางที่ 5)

น้ำมันพืช > น้ำมันไก่ธรรมชาติ > น้ำมันหมู > น้ำมันไก่กลั่นใส

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ผู้บริโภคยอมรับกลิ่นของน้ำมันพืชมากที่สุด และกลิ่นของน้ำมันไก่กลั่นใสน้อยที่สุด เนื่องจากตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 9) แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างในลักษณะของกลิ่นแต่ละตัวอย่าง พบว่าที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ผู้บริโภคยอมรับกลิ่นของน้ำมันทุกชนิดเหมือนกัน (ตารางที่ 16)

การประเมินความไลของน้ำมันไก่อ่อนและหลังกลั่นไลเทียบกับน้ำมันพืชและน้ำมันหมูที่
อุณหภูมิตั้ง 20 องศาเซลเซียส

ความไลของน้ำมันเมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิตั้ง

ผลที่ได้จากการทำ consumer test เปรียบเทียบความไลระหว่างน้ำมันไก่อ่อนธรรมชาติ
น้ำมันไก่อ่อนกลั่นไล น้ำมันพืช และน้ำมันหมู เมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิตั้ง แสดงดังตารางที่ 6, 10
และ 16 พบว่าผู้บริโภคยอมรับความไลของน้ำมันเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้ (ตารางที่ 6)

น้ำมันพืช > น้ำมันหมู > น้ำมันไก่อ่อนกลั่นไล > น้ำมันไก่อ่อนธรรมชาติ

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ที่อุณหภูมิตั้ง ผู้บริโภคยอมรับความไลของน้ำมัน
พืชมากที่สุด และความไลของน้ำมันไก่อ่อนธรรมชาติน้อยที่สุด เนื่องจากตัวอย่างมีความแตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 10) และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างในลักษณะความ
ไลของแต่ละตัวอย่างเมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิตั้ง พบว่าที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์-
เซ็นต์ ความไลของน้ำมันไก่อ่อนธรรมชาติและน้ำมันไก่อ่อนกลั่นไลไม่แตกต่างกัน น้ำมันพืชและน้ำมันหมูไม่
แตกต่างกัน และน้ำมันไก่อ่อนกลั่นไลและน้ำมันหมูไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 16)

ความไลของน้ำมันเมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิตั้ง 20 องศาเซลเซียส

ผลที่ได้จากการทำ consumer test เปรียบเทียบความไลระหว่างน้ำมันไก่อ่อนธรรมชาติ
น้ำมันไก่อ่อนกลั่นไล น้ำมันพืช และน้ำมันหมู เมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิตั้ง 20 องศาเซลเซียส แสดงดัง
ตารางที่ 6, 11 และ 16 พบว่าผู้บริโภคยอมรับความไลของน้ำมัน เรียงลำดับจากมากไปน้อย ดัง
นี้ (ตาราง 6)

น้ำมันพืช > น้ำมันไก่อ่อนธรรมชาติ > น้ำมันหมู > น้ำมันไก่อ่อนกลั่นไล

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ที่อุณหภูมิตั้ง 20 องศาเซลเซียส ผู้บริโภคยอมรับ
ความไลของน้ำมัน พืช มากที่สุดและความไลของน้ำมันไก่อ่อนกลั่นไลน้อยที่สุด เนื่องจากตัวอย่างมี
ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 11) และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่าง
ในลักษณะความไลของแต่ละตัวอย่าง เมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิตั้ง 20 องศาเซลเซียส พบว่าที่ระดับความ

เชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ความใสของน้ำมันไก่ธรรมชาติ น้ำมันพืช และน้ำมันหมูไม่มี ความแตกต่างกัน

การยอมรับน้ำมันไก่ในการนำมาใช้เป็นน้ำมันปรุงอาหาร

ทำ consumer test โดยให้ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์อาหาร (แป้งทอด) ซึ่งทอดด้วย น้ำมันชนิดต่างๆ คือ น้ำมันไก่ธรรมชาติ น้ำมันไก่กลั่นใส น้ำมันพืช และน้ำมันหมู ศึกษาการยอมรับ ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วยน้ำมันต่างๆกัน ในแง่ของกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและการยอมรับ ทัวไป

กลิ่นของผลิตภัณฑ์

ผลที่ได้จากการทำ consumer test เปรียบเทียบการยอมรับกลิ่นของผลิตภัณฑ์ ที่ทอดด้วยน้ำมันไก่ธรรมชาติ น้ำมันไก่กลั่นใส น้ำมันพืช และน้ำมันหมู แสดงดังตารางที่ 7, 12 และ 17 พบว่าผู้บริโภคยอมรับกลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วยน้ำมันชนิดต่างๆ เรียงลำดับจากมาก ไปน้อยดังนี้ (ตารางที่ 7)

ผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วย น้ำมันพืช > น้ำมันไก่กลั่นใส > น้ำมันไก่ธรรมชาติ > น้ำมันหมู

และจากการวิเคราะห์ทางสถิติยืนยันว่า ผู้บริโภคยอมรับกลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วย น้ำมันพืชมากที่สุด และยอมรับกลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วยน้ำมันหมูน้อยที่สุด เนื่องจากตัวอย่างมี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 12) และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่าง ของกลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วยน้ำมันชนิดต่างๆ พบว่าที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กลิ่น ของผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วยน้ำมันไก่ธรรมชาติ น้ำมันไก่กลั่นใส และน้ำมันหมูไม่แตกต่างกัน และกลิ่น ของผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วยน้ำมันพืชและน้ำมันไก่กลั่นใสไม่แตกต่างกัน แต่ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ กลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วยน้ำมันไก่ธรรมชาติและน้ำมันพืชจะแตกต่างกัน (ตาราง 17)

รสชาติ

ผลที่ได้จากการทำ consumer test เปรียบเทียบการยอมรับรสชาติของผลิตภัณฑ์ ที่ทอดด้วยน้ำมันไก่ธรรมชาติ น้ำมันไก่กลั่นใส น้ำมันพืช และน้ำมันหมู แสดงดังตารางที่ 7, 13

และ พบว่าผู้บริโภคยอมรับรสชาติของผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วยน้ำมันชนิดต่างๆ เรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ (ตารางที่ 7)

น้ำมันพืช > น้ำมันหมู > น้ำมันไก่กลั่นใส > น้ำมันไก่ธรรมชาติ

แต่จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า รสชาติของผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วยน้ำมันชนิดต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 13 และ 17)

เนื้อสัมผัส

ผลที่ได้จากการทำ consumer test. เปรียบเทียบการยอมรับเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วยน้ำมันไก่ธรรมชาติ น้ำมันไก่กลั่นใส น้ำมันพืช และน้ำมันหมู แสดงตารางที่ 7, 14 และ 17 พบว่าผู้บริโภคยอมรับเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วยน้ำมันชนิดต่างๆค่อนข้างใกล้เคียงกัน คือ การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วย

น้ำมันไก่ธรรมชาติ = น้ำมันพืช = น้ำมันหมู > น้ำมันไก่กลั่นใส เล็กน้อย (ตารางที่ 7)

แต่เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วยน้ำมันชนิดต่างๆไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 14 และ 17)

การยอมรับทั่วไป

ผลที่ได้จากการทำ consumer test เปรียบเทียบการยอมรับทั่วไปในผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วยน้ำมันไก่ธรรมชาติ น้ำมันไก่กลั่นใส น้ำมันพืช และน้ำมันหมู แสดงตาราง 7, 15 และ 17 พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับทั่วไปในผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วยน้ำมันชนิดต่างๆค่อนข้างใกล้เคียงกัน คือ การยอมรับทั่วไปในผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วย

น้ำมันพืช > น้ำมันไก่ธรรมชาติ > น้ำมันไก่กลั่นใส = น้ำมันหมู (ตารางที่ 7)

แต่เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การยอมรับทั่วไปในผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วยน้ำมันชนิดต่างๆไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 15 และ 17)

สามารถสรุปได้ว่าศักยภาพในการยอมรับน้ำมันไก่ในการนำมาใช้เป็นน้ำมันปรุง
อาหาร |

ในแง่ของสีและกลิ่น น้ำมันไก่ธรรมชาติได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากเป็นอันดับ
สอง รองจากน้ำมันพืชที่ใช้กันทั่วไป น้ำมันไก่กลิ่นใสได้รับการยอมรับน้อยที่สุด

ในแง่ของความใส ที่อุณหภูมิห้อง ผู้บริโภคไม่ค่อยยอมรับความใสของน้ำมันไก่ธรรม-
ชาติและน้ำมันไก่กลิ่นใสเท่าใดนัก และที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส น้ำมันไก่ธรรมชาติได้รับการ
ยอมรับจากผู้บริโภคมากเป็นอันดับสอง รองจากน้ำมันพืช ส่วนน้ำมันไก่กลิ่นใสผู้บริโภครับ
ที่น้อยที่สุด

ในแง่ของการนำมาใช้เป็นน้ำมันปรุงอาหาร เมื่อพิจารณาลักษณะของกลิ่น รสชาติ
เนื้อสัมผัสและการยอมรับทั่วไป พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบน้ำมันชนิดต่างๆกัน มีความแตกต่างกัน
น้อยมากดังนั้นการผลิตน้ำมันบริโภคจากไขมันไก่ จึงนับว่าเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง เนื่องจากเมื่อนำ
มาใช้ปรุงอาหาร คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ก็เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เช่นเดียวกับการใช้น้ำมันพืช
และน้ำมันหมู

ข้อเสนอแนะ

1. จากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบมาตรฐานของไขมันและน้ำมันบริโภคร่วมกับน้ำมันไก่สกัดก่อนและหลังกลั่นใส พบว่า น้ำมันไก่ทั้งสองชนิดมีคุณสมบัติทางเคมีสูงเกินมาตรฐานทั้งสิ้น (ตารางที่ 1) ทั้งนี้เนื่องจากมาตรฐานของไขมันและน้ำมันบริโภคมุ่งเน้นทางด้านน้ำมันพืชเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีองค์ประกอบและคุณสมบัติต่างจากไขมันสัตว์อยู่แล้ว การผลิตน้ำมันไก่เป็นอุตสาหกรรมจึงควรมีมาตรฐานของน้ำมันไก่โดยเฉพาะ เพื่อเป็นประโยชน์ในการนำวัตถุดิบมูลค่าต่ำมาเพิ่มมูลค่าให้สูงขึ้น เพื่อประโยชน์ของผู้บริโภคที่จะได้บริโภคไขมันและน้ำมันที่มีคุณภาพสูง

2. ควรมีการศึกษาถึงประสิทธิภาพในการยับยั้งออกซิเดชันของสารยับยั้งออกซิเดชันชนิดอื่น เช่น กรดซิตริก โดยอาจใช้ในลักษณะของสารเสริมวัตถุกันหืน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และใช้สารยับยั้งออกซิเดชันในปริมาณที่น้อยที่สุด

3. การทดลองหาระยะเวลาในการเก็บรักษา ควรใช้เวลานานกว่า 6 สัปดาห์

4. การผลิตน้ำมันไก่กลั่นใส ถ้าจะนำไปใช้ในระบบอุตสาหกรรมควรมีกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสม เช่น การเจียว ควรทำในหม้อนิ่งความดัน เพื่อให้มีปริมาณแผลผลิตน้ำมันสูงขึ้น มีการจัดระบบการผลิตที่ต่อเนื่อง เพื่อหลีกเลี่ยงให้น้ำมันเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับออกซิเจนในอากาศได้น้อยลง

5. ภายหลังจากทำน้ำมันให้บริสุทธิ์แล้ว ควรทำการศึกษาถึงสารพิษต่างๆที่ตกค้างอยู่ในน้ำมัน เช่น ฆ่าฆ่าแมลง อะฟลาทอกซิน (aflatoxin) ซึ่งเกิดจากอาหารที่ไก่กินเข้าไป และถึงแม้จะสามารถควบคุมการผลิตให้น้ำมันมีคุณภาพดีได้แต่ไม่สามารถกำจัดสารพิษออกได้หมด การผลิตน้ำมันบริโภคร่วมให้ปลอดภัยจึงควรควบคุมคุณสมบัติทางด้านนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- เกสรี เอื้อสุนทร. 2524. การผลิตน้ำมันปรุงอาหารคุณภาพสูงจากไขมันไก่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาเคมีเทคนิค. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จารุรัตน์ นิยมเกียรติกุล. 2529. ผลของปฏิกิริยาไฮโดรอกซิอะนิโซล - ปิวทิลไฮดรอกซีโทลูอีน - ซอร์เบต ต่อคุณภาพของหมูสวรรค์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นิตยา รัตนานนท์. 2529. วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ไพบูลย์ ชรรมรัตน์วาลิก. 2529. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- เรืองลักษณ์ จามิกรณ์. 2528. ชีวเคมีเบื้องต้น. ภาควิชาเคมี. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วรรณ ตังเจริญชัย. 2530. ชีวเคมีอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วิไล กาญจนภูมิ. การสกัดและการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันหมู. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรวิทย์ ไทรกี และ ประชา บุญศิริกุล. 2519. ไขมันและน้ำมัน. วารสารอาหาร ฉบับที่ 1 ปีที่ 8.

Bate, R.W. 1968. Edible rendering. J.Am. Oil Chemists' Soc. 45:420 A

- 424 A.

Chipault, J.R. 1966. Antioxidants for Use in Foods. In: Autoxidation and Antioxidant V.2.nd. W.O. Lundberg. Inter science Publishers. New York.





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำมันไก่

ก. การตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

1. การหาค่าไอโอดีน (Iodine number หรือ Iodine value)

ค่าไอโอดีนของไขมันหรือน้ำมันใด ๆ คือจำนวนกรัมของไอโอดีนที่ถูก absorb โดยไขมันหรือน้ำมัน จำนวน 100 กรัม

กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่เป็นส่วนประกอบของไขมันหรือน้ำมันจะทำปฏิกิริยากับไอโอดีนที่ตำแหน่งพันธะคู่ของโมเลกุล ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ในที่มืดไม่มีแสง ถ้ามีจำนวนพันธะคู่มาก ไอโอดีนจะถูก absorb มาก ดังนั้นจึงใช้ค่าไอโอดีนเป็นตัวชี้บ่ง degree of unsaturation ของกรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในโมเลกุลของไขมันหรือน้ำมันตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์

วิธีหาค่าไอโอดีนที่นิยมใช้มี 2 วิธี คือ

1. Hanus method
2. Wijs' method

ในการทดลอง ใช้วิธีของ Wijs' method

สารเคมีที่ใช้

1. Wijs' solution เตรียมได้โดยละลายไอโอดีนไตรคลอไรด์ (ICl_3) 8 กรัม ใน 200 มิลลิลิตรของกรดอะซิติก (glacial) และละลายไอโอดีน 9 กรัม ใน 300 มิลลิลิตรของคาร์บอนเตตระคลอไรด์ แล้วนำสารละลายทั้งสองมาผสมเข้าด้วยกัน ปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร ด้วยกรดอะซิติก (glacial)

2. สารละลายโพแตสเซียมไอโอไดด์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เตรียมได้โดยชั่งโพแตสเซียมไอโอไดด์มา 10 กรัม ละลายในน้ำแล้วปรับให้ได้ปริมาตรทั้งหมด 100 มิลลิลิตร โดยใช้ volumetric flask

3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เฟดมาตรฐาน ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ เตรียมได้โดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์เฟดมา 24.82 กรัม ละลายในน้ำแล้วปรับปริมาตรทั้งหมด 1 ลิตร โดยใช้ volumetric flask

4. น้ำแข็ง ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เตรียมได้โดยชั่งแข็งมา 1 กรัม ละลายในน้ำ 100 มิลลิลิตร แล้วต้มให้เดือดทิ้งไว้ให้เย็นก่อนใช้ และเตรียมทันทีก่อนใช้

วิธีทำ

การหาค่าไอโอดีนต้องทำ blank ไปพร้อมกัน โดยไม่ต้องใส่น้ำมันตัวอย่างลงไป และต้องทำตัวอย่างสองซ้ำพร้อมกัน

1. ชั่งน้ำมันตัวอย่างหรือไขมันเหลวตัวอย่าง (ใช้ประมาณ 5-10 หยด) ซึ่งอยู่ละเอียดใช้เทคนิค 4 ตำแหน่ง ใส่ลงในฟลากลขนาด 500 มิลลิลิตร
2. เติมคาร์บอนเตตระคลอไรด์ลงไป 10 มิลลิลิตร (ใช้กระบอกรวง) ใส่ลงในฟลากลตัวอย่างและ blank
3. เขย่าให้น้ำมันละลายโดยวิธีแกว่งฟลากลไปรอบๆ
4. เติมสารละลาย Wijs ลงไป 20 มิลลิลิตร โดยใช้ปิเปตที่แห้งสนิท
5. เขย่าฟลากลไปรอบๆอย่างรวดเร็ว ปิดจุก และเก็บไว้ในที่มืดทันที นานอย่างน้อย 30 นาที
6. เติมสารละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ลงไป 15 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
7. นำไปไตเตรตหาปริมาณไอโอดีนที่เหลือด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เฟด ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ขณะทำการไตเตรตต้องเขย่าฟลากลโดยวิธีแกว่งไปรอบๆอยู่ตลอดเวลา
8. เมื่อสารละลายในฟลากลเป็นสีเหลืองอ่อน หยุดไตเตรต เติมน้ำแข็งลงไป 2-3 หยด เพื่อเป็นอินดิเคเตอร์ เขย่า สารละลายในฟลากลจะกลายเป็นสีฟ้า
9. ทำการไตเตรตต่ออย่างช้าๆ และระมัดระวัง และต้องเขย่าอยู่ตลอดเวลา ไตเตรตต่อจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นไม่มีสี
10. จดปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เฟดที่ใช้กับน้ำมันตัวอย่าง (มีค่า = a) และที่ใช้กับ blank (มีค่า = b)

วิธีคำนวณ

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

- a = ปริมาตรเป็นมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ที่ใช้ในการไตเตรทกับตัวอย่างน้ำมัน
- b = ปริมาตรเป็นมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ที่ใช้ในการไตเตรทกับ blank

ค่าไอโอดีนของไขมันหรือน้ำมันแต่ละชนิดจะคงที่ ยกเว้นเมื่อไขมันหรือน้ำมันเกิด oxidative rancidity จะทำให้ค่าไอโอดีนลดลง

2. การวิเคราะห์หาค่าของกรด

(Acid value : AV หรือ Free Fatty Acid : FFA)

Acid value ของไขมันหรือน้ำมัน คือ จำนวนมิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ที่ใช้ในการ neutralize กรดไขมันอิสระที่มีอยู่ในไขมันหรือน้ำมัน 1 กรัม ผลการทดลองอาจจะคำนวณเป็น เปอร์เซ็นต์ของ free acidity ก็ได้

ค่า Acid value ที่วิเคราะห์ได้ใช้เป็นตัวบ่งชี้ว่าไตรกลีเซอไรด์ที่มีอยู่ในไขมันหรือน้ำมัน ถูกทำลายด้วยเอนไซม์ไลเปสเป็นกรดไขมันอิสระมากน้อยเพียงใด ถ้าค่า A.V. สูง แสดงว่าไตรกลีเซอไรด์ถูกทำลายได้เป็นกรดไขมันอิสระมาก แสดงว่ามี hydrolytic rancidity เกิดขึ้นแก่ไขมันหรือน้ำมันนั้น ความร้อนและแสงช่วยให้การหืนเกิดได้เร็วขึ้น

สารเคมีที่ใช้

1. ethanol 95 %
2. สารละลาย NaOH ความเข้มข้น 0.05 N
3. สารละลาย KOH ความเข้มข้น 0.1 N
4. สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 1 %

วิธีทำ

หากไม่ได้กำหนดวิธีการตรวจหาค่ากรดไว้เป็นการเฉพาะ ให้ปฏิบัติดังนี้

1. ชั่งน้ำหนักน้ำมันตัวอย่างให้ได้ 14 ± 0.2 กรัม (ให้ได้น้ำหนักแน่นอน) ใส่ฟลาสขนาด 500 มิลลิลิตร เติม 95 % ethanol ปริมาตร 30 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายฟีโนฟธาซิน (1 %) เป็นอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด
3. ค่อยๆไตเตรทกับสารละลาย NaOH 0.05 N เขย่าขณะไตเตรท จนสารละลายกลายเป็นสีชมพู ซึ่งจะคงตัวนาน 15 วินาที

คำนวณปริมาณของกรดไขมันอิสระในรูปของเปอร์เซ็นต์กรดโอเลอิก (มวลโมเลกุล 282)

วิธีคำนวณ

2.1 การหาค่าของกรดไขมันอิสระ

$$\% \text{ Free Fatty Acid} = \frac{V * 0.05 * 282}{W}$$

V = ปริมาตรเป็นมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.05 N ที่ใช้ในการไตเตรทกับตัวอย่างน้ำมัน

W = น้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างน้ำมันที่ใช้

2.2 การหาค่าของกรด Acid value

วิธีการทดลองเช่นเดียวกับการหาค่าของกรดไขมันอิสระ แต่เปลี่ยนเป็นใช้สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.1 N แทน

$$AV = \frac{56.1 * V * N}{W}$$

- V = ปริมาตรเป็นมิลลิลิตรของสารละลาย KOH ความเข้มข้น 0.1 N ที่ใช้ในการไทเทรตกับตัวอย่างน้ำมัน
- N = ความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย KOH
- W = น้ำหนักที่แน่นอน ของตัวอย่างน้ำมันที่ใช้

ในการทดลอง ใช้วิธีการที่ 2.1 หากค่าของกรดไขมันอิสระ

3. การหาค่า Saponification

(Saponification number หรือ Saponification value)

ค่า Saponification ของไขมันหรือน้ำมัน คือจำนวนน้ำหนักของโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นมิลลิกรัม ที่ใช้ในการ saponify (alkaline hydrolysis) ไขมันหรือน้ำมันจำนวน 1 กรัม

ค่า saponification ของไขมันหรือน้ำมันเป็นตัวชี้บ่งให้ทราบถึงขนาดหรือน้ำหนักของโมเลกุลของกรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในโมเลกุลของไขมันหรือน้ำมันนั้น ไขมันหรือน้ำมันที่มีโมเลกุลประกอบด้วยกรดไขมันที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำหรือขนาดของโมเลกุลเล็ก หรือมีจำนวนคาร์บอนในโมเลกุลน้อย จะมีค่า saponification สูง ในทางตรงกันข้ามไขมันหรือน้ำมันที่มีโมเลกุลประกอบด้วยกรดไขมันที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงหรือขนาดของโมเลกุลใหญ่ หรือมีจำนวนคาร์บอนในโมเลกุลมาก จะมีค่า saponification ต่ำ

สารเคมีที่ใช้

1. สารละลาย alcoholic potassium hydroxide เตรียมได้โดยซึ่งโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์มาประมาณ 35-40 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร แล้วเติมแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ให้มีปริมาตรครบ 1 ลิตร ถ้าสารละลายที่ได้ขุ่น ตั้งทิ้งไว้ค้างคืน แล้วเทเอาส่วนที่ใสออกมาใช้

2. สารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.5 N เตรียมได้โดยซึ่งกรดไฮโดรคลอริกมา 16.290 กรัม ผสมกับกลั่นไปนน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรทั้งหมดให้ครบ 1 ลิตร โดยใช้ volumetric flask

3. สารละลายฟีนอล์ฟธาลิน ความเข้มข้น 1 %

วิธีทำ

การหาค่า saponification ต้องทำ blank ไปพร้อมกันโดยไม่ต้องใส่น้ำมันตัวอย่างลงไป และต้องทำตัวอย่างสองซ้ำพร้อมกัน

1. ใช้น้ำมันตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ให้มีทศนิยม 4 ตำแหน่ง ใสลงในฟลาสขนาด 250 มิลลิลิตร
2. เปิดสารละลาย alcoholic potassium hydroxide 25 มิลลิลิตร โดยใช้ volumetric pipette ขนาด 25 มิลลิลิตร ใสลงไป
3. ปิดจุก โดยจุกที่ใช้ปิดต่อกับ reflux condenser
4. reflux สารผสมในฟลาส ประมาณ 30 นาที ใน boiling water-bath
5. เช้าเป็นระยะๆ ตลอดเวลาที่ reflux จนครบ 30 นาที
6. นำสารผสมในฟลาสมาไตเตรทกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐานความเข้มข้น 0.5 N โดยหยดสารละลายฟีนอล์ฟธาลินความเข้มข้น 1 % ลงไป 2-3 หยด เพื่อเป็นอินดิเคเตอร์
7. จดปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน ความเข้มข้น 0.5N ที่ใช้กับน้ำมันตัวอย่าง (มีค่า = A) และที่ใช้กับ blank (มีค่า = B)

วิธีการคำนวณ

$$\text{ค่า saponification} = \frac{(B - A) * 28.05}{W}$$

A = จำนวนมิลลิลิตรของกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.5 N ที่ใช้ไตเตรทกับน้ำมันตัวอย่าง

B = จำนวนมิลลิลิตรของกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.5 N ที่ใช้ไตเตรทกับ blank

W = น้ำหนักตัวอย่างน้ำมันที่ใช้ หน่วยเป็นกรัม

4. การวิเคราะห์ Peroxide Value (P.V.)

Peroxide value เป็นการวัดปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่มีอยู่ในไขมันหรือน้ำมัน เปอร์ออกไซด์จะเกิดขึ้นในไขมันหรือน้ำมันอย่างช้า ๆ ขณะที่ไขมันหรือน้ำมันถูกเก็บไว้ให้สัมผัสกับอากาศ โดยจะเกิด oxidative rancidity ขึ้นที่พันธะคู่ของกรดไขมันชนิดที่ไม่อิ่มตัว ดังนั้น ไขมันหรือน้ำมันที่มีกรดไขมันชนิดที่ไม่อิ่มตัวเป็นส่วนประกอบอยู่ในโมเลกุลมากหรือมีค่าไอโอดีนสูง จะเกิด oxidative rancidity ได้ง่าย

P.V. หมายถึงจำนวนมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมโซโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.002 N ที่ใช้ในการไตเตรทไขมันหรือน้ำมัน 1 กรัม หรือหมายถึงจำนวนมิลลิลิตรผสมมูลย์ของเปอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อไขมันหรือน้ำมัน 1 กิโลกรัม

สารเคมีที่ใช้

1. โซเดียมโซโอซัลเฟต
2. สารละลายโซเดียมโซโอซัลเฟต ความเข้มข้น 5 % เตรียมได้โดยชั่งโซเดียมโซโอซัลเฟตมา 5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร โดยใช้ volumetric flask
3. สารละลายโซเดียมโซโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.002 N เตรียมได้โดยชั่งโซเดียมโซโอซัลเฟตมา 0.4964 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร โดยใช้ volumetric flask (เตรียมก่อนใช้)
4. น้ำเบิ้ง ความเข้มข้น 1 % เตรียมได้โดยชั่งเบิ้งมา 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร คั้นให้เดือดแล้วปล่อยให้เย็น (เตรียมก่อนใช้)
5. ตัวทำละลายผสมประกอบด้วย กรดอะซิติก 2 ส่วน และ คลอโรฟอร์ม 1 ส่วน
ผสมกัน

วิธีทำ

1. ชั่งน้ำมันทรานน้ำหนักแน่นอน (ประมาณ 1 กรัม) ใส่ลงในหลอดแก้วที่สะอาด และแห้งสนิท
2. ทำ blank ไปพร้อมกันโดยไม่ต้องใส่น้ำมันตัวอย่าง
3. ชั่งโปแตสเซียมไอโอไดด์ ใส่ลงไป 1 กรัม
4. เติมหักละลายผสมลงไป 20 มิลลิลิตร
5. นำหลอดแก้วไปต้มในน้ำเดือดนานไม่เกิน 1 นาที
6. เทของเหลวที่กำลังเดือดลงในฟลาสขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มีสารละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์ ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 20 มิลลิลิตร
7. ล้างหลอดแก้วด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง ละ 15 และ 10 มิลลิลิตร ตามลำดับ เทน้ำที่ล้างลงในฟลาส
8. โตะตรหสารละลายในฟลาสด้วยสารละลายโซเดียมไซโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.002 N โดยใช้น้ำแข็งเป็นอินดิเคเตอร์ โตะตรจนถึงจุดยุติ (end point) คือสีฟ้าจะจางหายไปจนไม่มีสี
9. จดปริมาตรของสารละลายโซเดียมไซโอซัลเฟตที่ใช้กับน้ำมันตัวอย่าง สมมติให้เป็น A มิลลิลิตร และที่ใช้กับ blank สมมติให้เป็น B มิลลิลิตร

การคำนวณ

การคำนวณหา P.V. เป็นจำนวนมิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไซโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.002 N ต่อกรัมของไขมันหรือน้ำมัน

$$P.V. = \frac{(A - B)}{\text{น้ำหนักของน้ำมันตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)}}$$

หรือเมื่อคำนวณเป็นมิลลิลิตรสมมูลของเปอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัมไขมันตัวอย่าง

$$P.V. = \frac{2 * (A - B)}{\text{น้ำหนักของน้ำมันตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)}}$$

น้ำมันใหม่ (fresh oil) จะมี P.V. ต่ำกว่ามีลิสลิมมุลย์ต่อกิโลกรัม ส่วนน้ำมัน
ที่มีกลิ่นหืนจะมี P.V. ประมาณ 20-40 มิลลิลิมมุลย์ต่อ 10 มิลลิลิตร

๖. การตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

1. ความหนืด (viscosity)

ใช้เครื่องวัดความหนืด Brook field โดยใช้ spin number 2 ค่าที่วัดได้้นำ
ไปคูณกับค่า correction factor ซึ่งเท่ากับ 1000

2. สี (color)

เนื่องจากน้ำมันไก่อีความข้น ไม่สามารถใช้เครื่องมือวัดลงได้ จึงใช้วิธีการ
สังเกตสีด้วยสายตา

วิธีการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance : AOV)

สำหรับข้อมูลชนิด variable ที่มีการแจกแจงเป็นแบบปกติ แล้วต้องการเปรียบเทียบ
variation ระหว่างตัวอย่างหลายตัวอย่าง หรือหลายตัวแปร AOV เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ
และมีประโยชน์ ในการทดลองใช้วิธีวิเคราะห์ข้อมูลที่เรียกว่าการจำแนกสองทาง (two ways
classification) ซึ่งเป็นการทดสอบสมมติฐานที่ว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างตัวอย่าง โดย
จะวัดความผิดพลาดซึ่งเกิดจากความบกพร่องทางประสาธสัมพันธ์ของผู้ทดสอบออก ซึ่งจะทำการ
การวิเคราะห์นั้นมีความถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น

การคำนวณจะแยกพิจารณาลักษณะตรวจสอบเนื่องลักษณะเดียว

ผู้ทดสอบ (Replication)	ตัวอย่าง (treatment)				
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	.....	กลุ่มที่ k
1	X11	X12	X13	.....	X1k
2	X21	X22	X23	.....	X2k
3	X31	X32	X33	.....	X3k
:	:	:	:	:
:	:	:	:	:
n	Xn1	Xn2	Xn3	.....	Xnk

แบบฟอร์มของการยอมรับ

Source of variation	SS	df	MS	Fcal	Ftable
					0.05 0.01
Between treatment	SSb	k-1	MSb	$\frac{MSb}{MSr}$	
Within replication	SSw	n-1	MSw		
Residual (remaining)	SSr		MSr		
total	SSt	N-1			

ให้ N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด (ทุกกลุ่มรวมกัน)

k = จำนวนตัวอย่าง (treatment)

n = จำนวนผู้ทดสอบ (replication)

SSt = ผลบวกกำลังสองรวม (sum square total)

SSb = ผลบวกกำลังสองระหว่างกลุ่ม (sum square between groups)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ - ๒๒ - เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SSw = ผลบวกกำลังสองภายในกลุ่ม (sum square within groups)

SSr = SST - SSb - SSw

MSb = ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองระหว่างกลุ่ม
(Mean square between groups)
= SSb / k-1

MSw = ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองภายในกลุ่ม
(Mean square within groups)
= SSw / n-1

ตัวอย่างการคำนวณ

ตารางคะแนน

จากผลการทดสอบการยอมรับน้ำมันไก่ ในลักษณะของสี สามารถสรุปคะแนนที่ได้จาก
ผู้ทดสอบชิมแต่ละคนได้ดังนี้

จำนวนผู้ทดสอบชิม (Replication)	ตัวอย่าง (treatment)				E R
	1	2	3	4	
1	9	4	9	4	26
2	8	4	9	6	27
3	7	4	8	4	23
4	7	3	7	3	20
5	8	2	7	3	20
6	7	9	8	6	30
7	9	5	8	4	26
8	9	6	9	7	31
9	9	5	8	6	28
10	9	6	9	7	31
11	7	4	9	7	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ 70 เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12	3	0	4	2	9
13	8	5	7	6	26
14	8	6	9	6	29
15	7	3	9	2	21

\bar{X}	7.67	4.40	8.00	4.81
$\sum E X$	115	66	120	73
$\sum E X^2$	915	350	986	401

การคำนวณ

$$N = 60$$

$$k = 4$$

$$n = 15$$

$$\begin{aligned} \text{correction factor (CF)} &= \frac{(\sum E X)^2}{N} \\ &= \frac{(115 + 66 + 120 + 73)^2}{60} \\ &= 2331.27 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total SS} &= \sum E X^2 - CF \\ &= (915 + 350 + 986 + 401) - 2331.27 \\ &= 320.73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total df} &= N - 1 \\ &= 60 - 1 \\ &= 59 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 SSb &= \frac{(E X_1)^2 + (E X_2)^2 + \dots + (E X_n)^2}{n} - CF \\
 &= \frac{(115)^2 + (66)^2 + (120)^2 + (73)^2}{15} - 2331.27 \\
 &= 156.06
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 df.b &= 4 - 1 \\
 &= 3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SSw &= \frac{(E R_1)^2 + (E R_2)^2 + \dots + (E R_k)^2}{k} - CF \\
 &= \frac{(26)^2 + (27)^2 + (23)^2 + \dots + (21)^2}{4} - 2331.27 \\
 &= 114.73
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 df.w &= n - 1 \\
 &= 15 - 1 \\
 &= 14
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SSR &= SST - SSb - SSw \\
 &= 320.73 - 156.06 - 114.73 \\
 &= 49.94
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 dfr &= dft - dfb - dfw \\
 &= 59 - 3 - 14 \\
 &= 42
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ ⁷²⁻¹ เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Source of variation	SS	df	MS	Fcal	Ftable	
					0.05	0.01
Between treatment	156.06	3	52.02	44.08	2.832	4.292
Within replication	114.73	14	8.20			
Residual	49.94	42				
total	320.73	59				

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้ (Fcal) ถ้าน้อยกว่าค่า F ที่เปิดจากตาราง (Ftable) ให้ปฏิเสธสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยสรุปว่า แต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ถ้าหากว่า Fcal มีค่ามากกว่า Ftable จะต้องทำการวิเคราะห์ทางสถิติต่อว่า มีตัวอย่างใดที่ไม่มีความแตกต่างกัน และมีตัวอย่างใดบ้างที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (D.M.R.T.)

หลักการคำนวณ

1. จัดการเรียงค่าเฉลี่ยคะแนนของแต่ละตัวอย่างใหม่
2. หา Standard error ของค่ากลาง (mean) $S_{\bar{x}}$

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\text{Residual MS}}{\text{จำนวน treatment}}}$$

$$= \sqrt{\frac{MSr}{k}}$$

3. ใช้ตาราง Signification Studentized Ranges (SSR) หาค่าของ SSR ที่ df ขึ้น ที่ระดับ 0.05 หรือ 0.01 ตั้งแต่ 2 จนถึงจำนวน means ที่จะเปรียบเทียบ

4. คำนวณค่า Least Significant Ranges (LSR) จาก

$$LSR = SSR * S_{\bar{x}}$$

5. เปรียบเทียบค่า \bar{x} กับ LSR ที่ละคู่

คู่แรกค่า \bar{x} สูงสุด - \bar{x} ต่ำสุด แล้วดูว่ามากกว่าค่า LSR สูงสุดหรือไม่ ถ้ามากกว่าแสดงว่า 2 ค่านี้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 หรือ 99 เปอร์เซ็นต์ แล้วแต่ค่า SSR ที่ใช้)

6. ทำการเปรียบเทียบ \bar{x} คู่อื่นๆต่อไป

7. แบ่งกลุ่มความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ หรือไม่มีนัยสำคัญ โดยขีดเส้นตัวกลางที่เหมือนกัน (ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ หรือใช้ตัวอักษรแสดงที่ค่า \bar{x} ตัวอย่างใดที่เหมือนกันจะแสดงอักษรเหมือนกัน)

ตัวอย่าง

เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน ANOVA พบว่าตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญจึงจะทำการวิเคราะห์ต่อไปว่าตัวอย่างใดที่ไม่มี ความแตกต่างกัน และตัวอย่างใดบ้างที่แตกต่างกัน จากคะแนนเฉลี่ยสีของน้ำมัน (\bar{x})

	S1	S2	S3	S4
\bar{x}	7.67	4.40	8.00	4.81
เรียง \bar{x} ใหม่	S2	S4	S1	S3
	4.40	4.81	7.67	8.00

คำนวณ MSr

$$= \sqrt{\frac{MSr}{k}}$$

$$= \sqrt{\frac{1.18}{4}}$$

$$= 0.543$$

เขียนตาราง SSR สำหรับ 4 mean และ error $df = 42$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้⁷⁴เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ SSR_{0.05}

จำนวนตัวอย่างที่ทำการเปรียบเทียบ	2	3	4
SSR	2.857	3.005	3.408
LSR	1.551	1.632	1.682

ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ SSR_{0.01}

จำนวนตัวอย่างที่ทำการเปรียบเทียบ	2	3	4
SSR	3.814	3.983	4.093
LSR	2.071	2.163	2.222

สำหรับที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

treatment	S2	S4	S1	S3
\bar{x}	4.40	4.81	7.67	8.00

ทำการเปรียบเทียบ \bar{x} ทีละคู่

S3 - S2 : $8.00 - 4.40 = 3.60 > 1.682$	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
S3 - S4 : $8.00 - 4.81 = 3.19 > 1.682$	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
S3 - S1 : $8.00 - 7.67 = 0.33 < 1.551$	ไม่แตกต่างกัน
S1 - S2 : $7.67 - 4.40 = 3.27 > 1.632$	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
S1 - S4 : $7.67 - 4.81 = 2.86 > 1.551$	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
S4 - S2 : $4.81 - 4.40 = 0.41 < 1.551$	ไม่แตกต่างกัน

การแบ่งกลุ่ม

โดยการขีดเส้น

S2 S4 S1 S3

โดยการใช้อักษร

	S1	S2	S3	S4
คะแนนเฉลี่ย	7.67 ^a	4.40 ^b	8.00 ^a	4.81 ^b

หมายความว่า การยอมรับสีของตัวอย่างน้ำมันที่ 1 และที่ 3 (น้ำมันไก่ธรรมชาติ และน้ำมันพืช) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และตัวอย่างที่ 2 และ 4 (น้ำมันไก่กลิ่นไลและน้ำมันหมู) ก็ไม่แตกต่างกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ 76 เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

1. แบบทดสอบการยอมรับคุณภาพน้ำมันไก่

ชื่อ..... เพศ.....

- ระดับคะแนน
- 9 } ยอมรับมาก
 - 8 }
 - 7 }
 - 6 }
 - 5 } ยอมรับปานกลาง
 - 4 }
 - 3 }
 - 2 } ยอมรับน้อย
 - 1 }

1.1

ตัวอย่างที่

ลักษณะทดสอบ

สี

กลิ่น

- 1
- 2
- 3
- 4

1.2

ตัวอย่างที่

ความใสของน้ำมัน

อุณหภูมิห้อง

อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

- 1
- 2
- 3
- 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ 77 เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบทดสอบชิมผลิตภัณฑ์อาหารที่ทอดด้วยน้ำมันไก่

ชื่อ _____ ใจ _____

ระดับคะแนน	9	} ยอมรับมาก
	8	
	7	
	6	} ยอมรับปานกลาง
	5	
	4	
	3	} ยอมรับน้อย
	2	
	1	

ตัวอย่างที่	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับทั่วไป
1				
2				
3				
4				

ข้อเสนอแนะ



ภาคที่ 1 การศึกษาขั้นพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๒ การเตรียมไขมันไก่ก่อนทำการสกัด

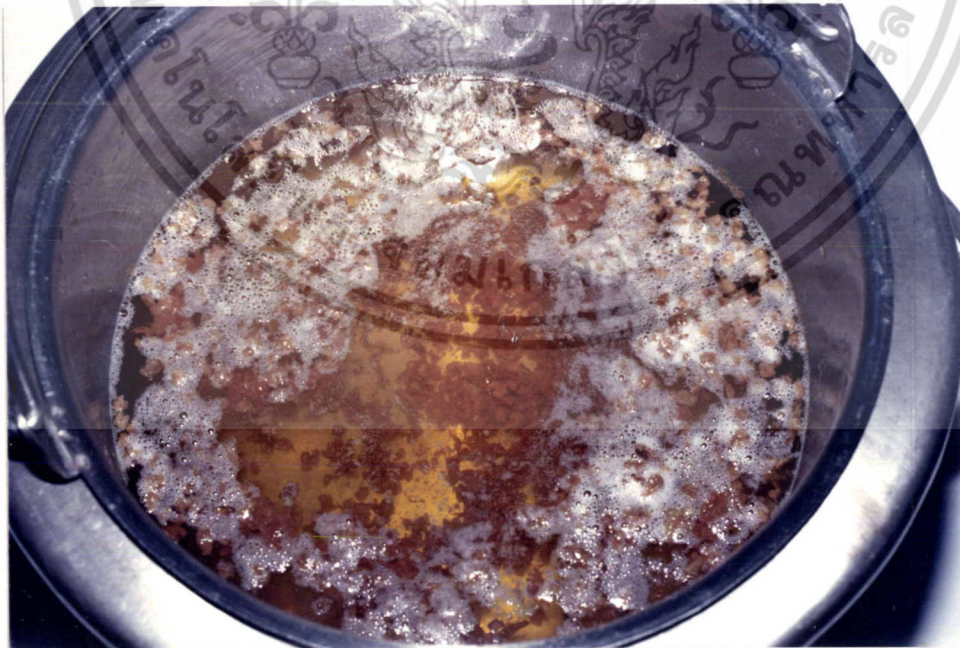


ภาพที่ ๓ การเตรียมไขมันไก่ก่อนทำการสกัด

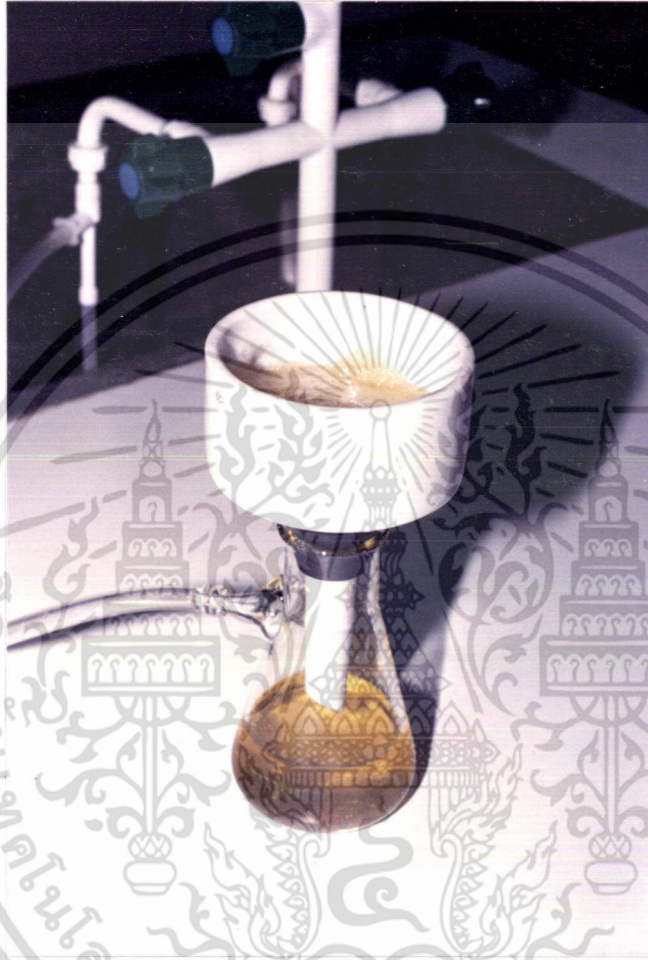
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๕ การสกัดน้ำมันไก่แบบแห้ง เมื่อ ได้ที่แล้ว



ภาพที่ 5 การสกัดน้ำมันไก่แบบแห้ง เมื่อ ได้ที่แล้ว
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๑ การกรองน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



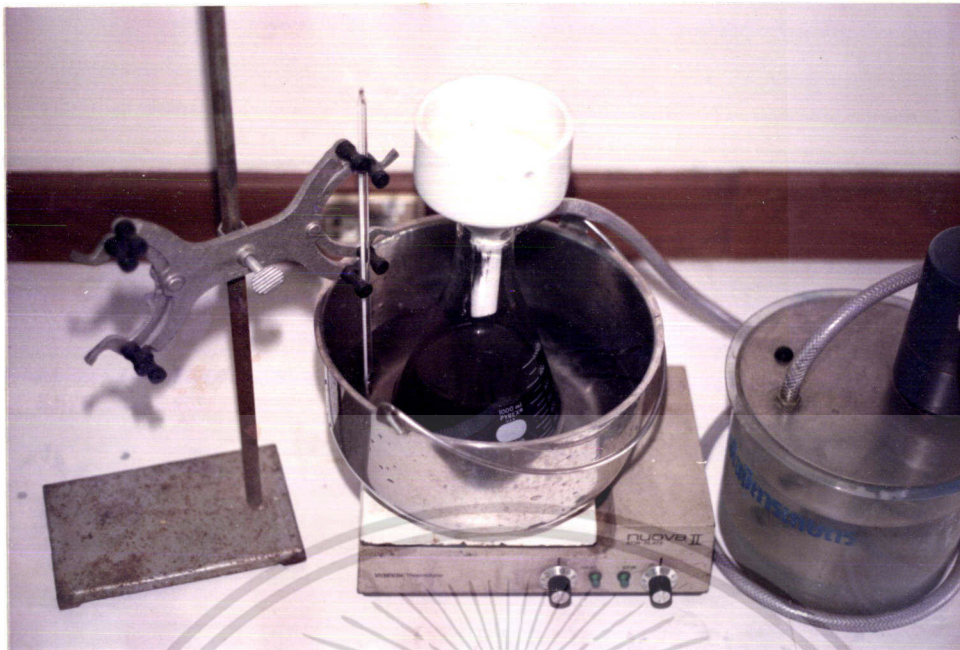
ภาพที่ 7 การกำจัดกรดไขมันอิสระ (FFA) ช่วงเติมต่างที่มากเกินพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 การกำจัดกรดไขมันอิสระ (FFA) ช่วงล้างต่างที่มากเกินพอออก

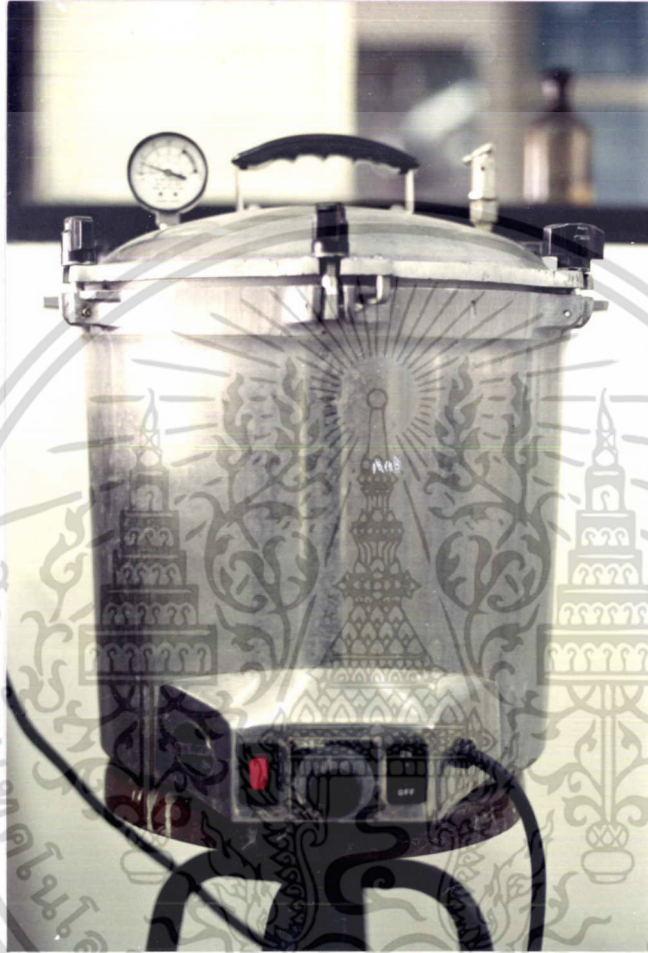
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานและการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 การกำจัดสิ่งเจือปนด้วยไอน้ำ



ภาพที่ 10 การกรอง activated clay ในการกำจัดสิ่ง
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



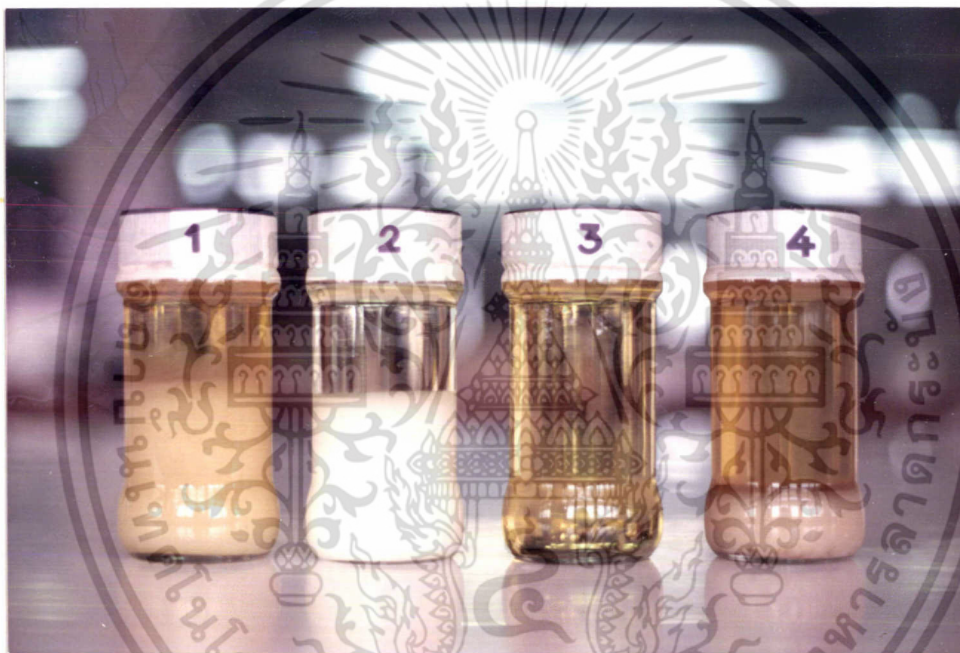
ภาพที่ 11 การต้ม จักกิ้นในหม้อหุงข้าวอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12 การทำซีดน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 13 เปรียบเทียบสีและความใสของน้ำมันโกโก้ธรรมชาติ (1) น้ำมันโกโก้กลั่นใส (2) น้ำมันพืช (3) และน้ำมันหมู (4)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้