RMUTSV
SK074880

รายงานการวิจัย

เครื่องสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีการหมักแบบควบคุมอุณหภูมิ

COCONUT OIL EXTRACTION FERMENTATION TEMPERATURE CONTROL

631.3
ว371
2556

นายจีระศักดิ์ เพียรเจริญ
นายจารุวัฒน์ เจริญจิต
นายพรประสิทธิ คงบุญ

เครื่องสกัดน้ำมัน 1
ม.ราชมงคล

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2556

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณเงินรายได้ประจำปี 2556 ขอขอบคุณผู้สนับสนุนทุน และนักศึกษาคณาจารย์สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ตลอดจนผู้บริหารคณาจารย์เจ้าหน้าที่ทั้งในสาขาและคณะที่ให้การสนับสนุนจนงานสามารถเสร็จทันตามกำหนดจึงขอขอบคุณ มา ณ ที่นี้

คณะผู้วิจัย

สิงหาคม 2556

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขต	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.2 ทฤษฎีการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์	4
2.3 น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์	5
2.4 ปริมาณความชื้นและไขมันของมะพร้าว	10
2.5 ประโยชน์ของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์	11
2.6 ผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์	16
2.7 ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน	18
2.8 ค่าความหนืด (Viscosity)	21
2.9 ความหนาแน่น(Density)	23
2.10 สารละลายอิมัลชัน	24
2.11 เครื่องแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์สกัดเย็นโดยใช้ถังสเตนเลส	26
บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน	31
3.1 แผนการดำเนินงาน	32
3.2 กำหนดเงื่อนไขในการทดลอง	33
3.3 การทดลองสกัดแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์	34
3.4 การทดลองหาค่าความหนาแน่น	41
3.5 การทดลองหาค่าความหนืดของน้ำมันมะร้าวบริสุทธิ์	43

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 44

4.1ปริมาณน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์และการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้น 44

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินการ 47

5.1 ปัญหาในการดำเนินการ 47

5.2 ข้อเสนอแนะในการดำเนินโครงการ 47

บรรณานุกรม 48

ภาคผนวก 51

ภาคผนวก (ก) วงจรการทำงานของชุดควบคุมอุณหภูมิ 52

ภาคผนวก (ข) ขั้นตอนการทดลอง 53

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	คุณค่าทางโภชนาการของมะพร้าวส่วนที่กินได้ 100 กรัม	5
2.2	เปรียบเทียบกรดไขมันในน้ำมะพร้าวบริสุทธิ์กับน้ำมันชนิดอื่น	7
2.3	ปริมาณ ของกรดไขมันในน้ำมันชนิดต่างๆ	8
2.4	ความชื้น และ ไขมัน ของเนื้อมะพร้าวแก่จากมะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ย	10
2.5	คอเลสเตอรอลในน้ำมันชนิดต่างๆ	11
2.6	ค่าการนำความร้อน	20
3.1	แสดงระยะเวลาการดำเนินการ	33
4.1	แสดงผลการทดลองการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีการสกัดเย็นแบบหมักควมคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ถึง 38 องศาเซลเซียส ทดลองภายในภาชนะทรงกระบอกอะลูมิเนียมขนาด 16 ลิตร	45
4.2	ค่าความหนืดของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ในแต่ละช่วงอุณหภูมิทดลองรวมทั้งค่าของน้ำมันบริสุทธิ์ที่จำหน่ายอยู่ภายในท้องตลาดยี่ห้อปาริสุทธิ์	46
4.3	ค่าความหนาแน่นของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิลดลง และค่าของน้ำมันบริสุทธิ์ที่จำหน่ายอยู่ภายในท้องตลาดยี่ห้อปาริสุทธิ์	46

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	วิธีการหมักบ่มน้ำมะพร้าวของปาริสุทธิ์	18
2.2	ความสัมพันธ์ของค่าความเค้นเฉือนต่ออัตราการสูญเสียรูปของของไหลนิวโตเนียน	21
2.3	แสดงเครื่องแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์สกัดเย็นโดยใช้ถังสแตนเลส	26
2.4	แบบฝาปิดถังสกัดน้ำมัน	27
2.5	ตัวถังสกัดน้ำมัน	28
2.6	เครื่องวัดและควบคุมอุณหภูมิ (Tempurature Controller)	28
2.7	Solid State Relay	28
2.8	ฮีทเตอร์สแตนเลสรูปตัว"U"	29
2.9	Thermocouple	29
2.10	โหลดวงปริมาตร	30
3.1	ขั้นตอนการดำเนินเครื่องการ	32
3.2	ขวดรูปชมพู่	34
3.3	ขวดบรรจุน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์	34
3.4	ติดตั้งถังทดลอง	35
3.5	ภาชนะตวง	35
3.6	ปลั๊กไฟฟ้า	36
3.7	เครื่องวัดอุณหภูมิและวัดความชื้น	36
3.8	เติมน้ำกะทิผสมน้ำสะอาดและเติมน้ำภายในถังเล็ก	37
3.9	ปิดฝาถังเครื่องทดลอง	37
3.10	เครื่องพร้อมทำงาน	37
3.11	ปรับอุณหภูมิตามต้องการ	38
3.12	ตักชั้นโปรตีนที่เลยอยู่บนออก	38
3.13	เตรียมตักน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์	38
3.14	น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์	39
3.15	เซ็ทตาชั่งให้ได้ระดับ	41

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.16	ปรับตั้งค่าตาชั่งเป็นศูนย์	41
3.17	แสดงระดับน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ภายในกระบอกตวง	52
3.18	นำกระบอกตวงบรรจุน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ชั่งน้ำหนัก	52
ก.1	วงจรการทำงานชุดควบคุมอุณหภูมิมีฮีทเตอร์	54
ข.1	คัดเลือกมะพร้าวที่แก่จัด	54
ข.2	กระเทาะเปลือกก่อนเอาแต่เนื้อมะพร้าว	54
ข.3	เครื่องย่อยเนื้อมะพร้าว	55
ข.4	เครื่องคั้นกะทิแบบสกรู	55
ข.5	เตรียมเครื่องหมักควบคุมอุณหภูมิ	55
ข.6	ตวงน้ำกะทิและน้ำสะอาดอัตราส่วน 1:1	56
ข.7	ตวงน้ำกะทิใส่เครื่องทดลอง	56
ข.8	วัดอุณหภูมิสภาพแวดล้อม	56
ข.9	ปรับตั้งอุณหภูมิหมักทิ้งไว้ 24ชั่วโมง	57
ข.10	เมื่อครบ 24 ชั่วโมงแล้วปิดสวิตช์ ถอดปลั๊กออก	57
ข.11	เปิดฝาเพื่อที่จะตักครีมที่ลอยอยู่บนน้ำมันมะพร้าวออก	57
ข.12	เตรียมผ้าขาวกรองละเอียด	58
ข.13	น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่ผ่านการกรอง	58
ข.14	บรรจุน้ำมันมะพร้าวในขวดขนาด 90 ซีซี	58
ข.15	การทดลองความหนืด	59
ข.16	การทดลองหาค่าความหนืดด้วยเครื่องทดลอง Capillary Tube Viscometer	59

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันกระแสการดูแลรักษาสุขภาพและความงามด้วยวิธีทางธรรมชาติกำลังมาแรงในปัจจุบัน ประชาชนจำนวนไม่น้อยให้ความสนใจเกี่ยวกับการนำน้ำมันจากพืชมาใช้ดูแลร่างกาย และน้ำมันชนิดหนึ่งที่กำลังได้รับความนิยมคือน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ เพราะน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีคุณสมบัติในการให้ความชุ่มชื้น ช่วยชะลอความเหี่ยวย่นของผิวหนัง ดังนั้น จึงมีผู้สนใจนำน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มาใช้เพื่อการนวด หรือเป็นส่วนผสมการผลิตเครื่องสำอางประเภทบำรุงผิวพรรณ [1] และน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ยังเป็นส่วนผสมสำคัญในเครื่องสำอางหลายชนิดที่คุณผู้หญิงแทบทุกคนใช้กันอยู่ ไม่ว่าจะเป็นครีมกันแดด หรือครีมประทินผิวอีกนานาชนิด และนอกจากนี้ยังเป็นส่วนประกอบในยารักษาโรคบางชนิดอีกด้วย เมื่อก่อนผลิตด้วยวิธีดั้งเดิมคือ การหมักแบบพื้นบ้าน Traditional Fermentation Process โดยตั้งทิ้งไว้ ใช้เวลาประมาณ 48-60 ชั่วโมง[2] เพื่อให้น้ำมันมะพร้าวแยกตัว โดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ หากควบมีการคุมอุณหภูมิน้ำมันมะพร้าวจะแยกตัวได้เป็นน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ได้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส

ในปัจจุบันกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (Extract Virgin Coconut Oil) [3] จากเนื้อมะพร้าวสดสามารถทำได้หลายวิธีทางกลหรือวิธีทางธรรมชาติโดยไม่ใช้ความร้อนหรือใช้ความร้อนที่อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส[4]จากการสำรวจผู้ผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ในไทย มีกระบวนการผลิต 3 วิธีหลักๆ ดังนี้

1) การเหวี่ยงแยก (Centrifuge process)
2) การบีบเย็น(Cool press)
3) การหมัก(Fermentation process)

ในอุตสาหกรรมครัวเรือน[3] ผู้ผลิตส่วนใหญ่เป็นชาวบ้านผลิตเพื่อใช้ในครอบครัว หรือใช้จำหน่ายเพียงเล็กน้อย กรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมจะเป็นกรรมวิธีแบบธรรมชาติโดยการการหมัก ซึ่งเป็นวิธีที่ลงทุนต่ำสามารถหาวัสดุได้ง่ายในท้องถิ่น โดยกรรมวิธีแบบธรรมชาตินี้สามารถผลิตได้ในอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่ไม่ต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส จนถึง อุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส [5] เพราะที่อุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส น้ำมันมะพร้าวจะเกิดการแข็งตัว และจากการทดลองของวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ได้พบว่าการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีการหมักโดยใช้วิธีดังเดิม [6] ซึ่งใช้โหลแก้วขนาดความจุ 10 ลิตร พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตนั้นไม่ควรเกิน 38องศาเซลเซียสโดยที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียสพบว่าสามารถแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ได้มากที่สุด จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองของวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์โดยวิธีการหมัก (Fermentation process) นั้นจะอยู่ที่ 30 องศาเซลเซียส ถึง 38 องศาเซลเซียสจากข้อมูลของขจรศักดิ์ [6]จากข้อมูลข้างต้นจึงสร้างเครื่องผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีการสกัดเย็นแบบหมักควบคุมอุณหภูมิ และทำการทดลองผลิต

น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อม (อุณหภูมิห้อง) ถึงอุณหภูมิที่ไม่เกิน 38 องศาเซลเซียส โดยแบ่งช่วงการทดลองออกเป็นช่วงๆ และเก็บผลการทดลองที่ได้ไปวิเคราะห์ และเป็นการพิสูจน์ว่าสภาพอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์นั้นอยู่ที่เท่าไร ถึงจะได้ปริมาณมากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อสร้างเครื่องผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีการสกัดเย็นแบบหมักควบคุมอุณหภูมิ

1.2.2 เพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีการสกัดเย็นแบบหมักควบคุมอุณหภูมิ

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นที่ช่วงอุณหภูมิต่างๆ

1.3 ขอบเขต

1.3.1 ใช้อัตราส่วนผสมในการหมักน้ำกะทิและน้ำสะอาดในอัตราส่วน 1:1

1.3.2 ทำการทดลองควบคุมอุณหภูมิที่ช่วงอุณหภูมิ 30-38 องศาเซลเซียสโดยเพิ่มครั้งละ 2 องศาเซลเซียส

1.3.3 ใช้ระยะเวลาในการหมักควบคุมอุณหภูมิ 24 ชั่วโมง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้เครื่องผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีการสกัดเย็นแบบหมักควบคุมอุณหภูมิ

1.4.1 ได้อุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีการสกัดเย็นแบบหมักควบคุมอุณหภูมิ

1.4.2 รู้คุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นที่ช่วงอุณหภูมิต่างๆ

บทที่ 2
งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

สำหรับบทนี้จะกล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องรวมถึงทฤษฎีต่างๆที่ใช้กับการสกัดแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์แบบเย็นด้วยวิธีการหมักควบคุมอุณหภูมิโดยมีหัวข้อดังนี้

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 ทฤษฎีการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

2.3 น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

2.4 ปริมาณความชื้นและไขมันของมะพร้าว

2.5 ประโยชน์ของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

2.6 กระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

2.7 ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน

2.8 ค่าความหนืด (Viscosity)

2.9 ความหนาแน่น (Density)

2.10 สารละลาย อิมัลชัน

2.11 เครื่องแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์สกัดเย็นโดยใช้ถังสเตนเลส

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขจรศักดิ์และคณะ [6] ได้ออกแบบและสร้างชุดทดลองการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีการหมักแบบควบคุมอุณหภูมิ โดยการใช้น้ำกะทิ 5 ลิตร และน้ำ 5 ลิตร ผสมกับน้ำในอัตราส่วน1:1 ในช่วงอุณหภูมิ 30 - 50 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 48 ชั่วโมง สังเกตการแยกชั้นของน้ำมันสามารถเขียนกราฟเปรียบเทียบปริมาตรน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่สกัดได้ในแต่ละช่วงของอุณหภูมิโดยที่ช่วงอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จนถึงอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส เป็นช่วงอุณหภูมิที่ได้น้ำมันมะพร้าวริสุทธ์มากที่สุด

ชวลิตและคณะ[7] ได้ทำการออกแบบและสร้างชุดทดลองการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีการหมักแบบควบคุมอุณหภูมิ และได้ทดลองการสกัดด้วยเครื่องที่สร้างขึ้น จากการทดลองการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีการหมักแบบควบคุมอุณหภูมิ ได้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เฉลี่ย 2,400 มิลลิลิตร จากน้ำกะทิตั้งต้นจำนวน 10 ลิตร ที่อุณหภูมิ 34-35องศาเซลเซียส

กานดา [8]ได้สกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์แบบสกัดร้อน โดยใช้เนื้อมะพร้าว 1 ส่วนต่อน้ำอุ่น 1ส่วน แล้วไฟอ่อนๆจะมีน้ำมันใสขึ้นมา จะได้น้ำมันมะพร้าวเกรด A 100% เพราะสกัดจากหัวกะทิ

คมสัน [9] ได้สกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์แบบสกัดหมัก โดยการใช้น้ำกะทิ นำมาใส่ภาชนะสำหรับหมักปิดฝาให้สนิท ทิ้งไว้ 2-3 วัน จะเห็นน้ำมันอย่างชัดเจน ซึ่งจะสะดวกเวลาดูดน้ำมันออกจากภาชนะ น้ำมันมะพร้าวจะลอยตัวอยู่ด้านบนของภาชนะ

เฉลิมยศ อุทยารัตน์ และ นิภาพร สุวรรณโรจน์ [5] โครงการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาและสร้างเสริมอาชีพ ได้ระบุข้อมูลภายในคู่มือและหลักสูตรการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์แบบบีบเย็นและผลิตภัณฑ์จากน้ำมันมะพร้าวว่าได้คั้นกะทิสด ผสมน้ำต้มสุกหรือผสมน้ำมันมะพร้าว หมักจนเกิดการแยกตัวเป็น 3 ชั้น ชั้นบนสุดเรียกว่า ครีม เป็นส่วนของโปรตีน มีสีขาว ชั้นกลางเป็นส่วนของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (Virgin Coconut Oil) ชั้นล่างเป็นส่วนของน้ำที่เกิดจากการหมัก ส่วนของน้ำมันที่ได้ประมาณ 15% จากปริมาณของน้ำกะทิเริ่มต้น

วิชมณีและคณะ[10] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เคมีและเภสัชมหาวิทยาลัยบูรพาพัฒนากระบวนการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์แบบบีบเย็นและศึกษาหาความเป็นเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในอาหาร การสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากน้ำกะทิด้วยวิธีทางชีวภาพ โดยใช้เชื้อ Lactobacillus plantarumสามารถสกัดน้ำมันมะพร้าวได้ใกล้เคียงกับ การสกัดโดยใช้เครื่องบีบอัดแบบสกรูร่วมกับการใช้เอนไซม์

2.2 ทฤษฎีการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์[11]

2.2.1 ความสำคัญของมะพร้าวและกะทิกับอาหารไทย[11]

มะพร้าวและกะทิถือเป็นส่วนประกอบหลักของอาหารไทยทั้งอาหารคาวและอาหารหวานหลายชนิดจนมีคำกล่าวว่าอาหารไทยจะขาดกะทิไม่ได้ ถ้ายิ่งใส่มากอาหารยิ่งเข้มข้นมัน มีกลิ่นหอมกะทิชวนรับประทานและยังทำให้อาหารมีรสชาติที่ดียิ่งขึ้น

คนไทยใช้กะทิในการประกอบอาหารคาว หวาน มาตั้งแต่โบราณกาลแทบทุกครัวเรือนจะมีกระต่ายขูดมะพร้าว 1-2 ตัวหรือมากกว่า มะพร้าวที่เก็บจากสวน หรือถ้าไม่ได้ปลูกไว้ก็หาซื้อได้ง่าย อาหารแต่ละวันจะต้องมีที่ใช้กะทิ โดยเฉพาะอาหารภาคกลาง ภาคใต้ ตะวันออกและภาคเหนือ จะเห็นว่าอาหารท้องถิ่นที่นิยมมาตั้งแต่สมัยโบราณจนถึงปัจจุบัน ทั้งต้ม แกง หลน อาหารจานเดียว แต่ทางภาคอีสานที่กินไขมันน้อยจะใช้กะทิเฉพาะการทำขนม เช่น เผือกมันแกงบวช ทั้งๆนี้เพราะในหมู่บ้านชนบทอีสานก็มีต้นมะพร้าวแต่จำนวนไม่มากและลูกไม่ดก ส่วนใหญ่จะกินน้ำมะพร้าวอ่อน มีผลแก่ก็จะเก็บไว้บุญประจำปีหรืองานพิธีต่างๆ ก็จะมาร่วมกันขูดมะพร้าว คั้นกะทิ ทำอาหาร ทำขนม และร่วมกันขูดมะพร้าว คั้นกะทิ ทำอาหาร ทำขนม และกินร่วมกัน

ตาราง 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของมะพร้าวส่วนที่กินได้ 100 กรัม [11]

	พลังงาน กิโลแคลอรี	โปรตีน (ก.)	ไขมัน (ก.)	CHO (g)	แคลเซียม (มก.)	เหล็ก (มก.)
น้ำมะพร้าว (แก่)	12	1.0	-	2.1	21	0.4
มะพร้าวแก่ (เนื้อ)	312	3.2	28.2	16.0	23	2.5
น้ำมะพร้าวอ่อน	22	0.2	0.4	4.5	24	0.3
หัวกะทิ (ไม่ใส่น้ำ)	330	4.3	34.7	6.0	11	2.3
กะทิใส่น้ำ	241	3.2	24.9	5.2	16	1.6
กากมะพร้าว	116	1.8	4.3	17.5	10	5.3
มะพร้าวทึนทึก	99	1.4	5.5	11.9	10	0.7
จาวมะพร้าว	48	1.8	1.3	9.1	27	0.5
น้ำตาลสด	43	2.1	0.3	10.2	3	0.2
น้ำตาลมะพร้าว	383	0.4	0.1	95	80	1.4
น้ำมันมะพร้าว	883	-	99.9	-	2	-

2.3 น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์[4]

น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ คือ น้ำมันที่สกัดได้จากเนื้อมะพร้าวโดยไม่ใช้สารเคมีและไม่ใช้ความร้อนสูง เป็นการสกัดโดยวิธีธรรมชาติ จะได้น้ำมันที่ใส ไม่มีสี มีกลิ่นหอมของมะพร้าว มีจุดหลอมละลายอยู่ระหว่างอุณหภูมิ 22-26 องศาเซลเซียส ถ้าอยู่ในรูปของแข็ง จะเกิดการเสื่อมสลายได้ช้ากว่าในรูปของเหลว ในจำพวกน้ำมันพืชด้วยกันแล้ว น้ำมันมะพร้าว จะมี Trubidity ต่ำที่สุด มีคุณสมบัติดีเลิศสำหรับเป็นฉนวนไฟฟ้า และมี Tnductivityสูง มีอายุอยู่ได้นานเป็นปีโดยไม่เสื่อมคุณภาพ

2.3.1 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

คุณสมบัติทางเคมี น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ประกอบด้วย C, H และ O มาเกาะรวมกันเรียกว่า Fatty Acids ส่วนประกอบของ Fatty Acids เมื่อรวมกัน Glycerol เป็น Glyceride ไขมัน และน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จะมี Triglyceride เป็นส่วนมาก และมี Mono และ Diglyceride เพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับไขมันและน้ำมันอย่างอื่นแล้ว น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ จะมีเปอร์เซ็นต์ของ Glycerol สูงกว่า 13.5-15 เปอร์เซ็นต์ ส่วนน้ำมันชนิดอื่นมี Glycerol อยู่ 9.11 เปอร์เซ็นต์ Glycerol เป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งที่มีส่วนประกอบทางเคมีคล้ายน้ำตาล ถ้าหากบริโภคในปริมาณที่พอเหมาะกับความต้องการของร่างกาย ไขมันจะถูกใช้ในการเผาผลาญให้เกิดพลังงานแก่ร่างกาย จนหมดไม่มีเหลือสะสมในร่างกายจนก่อให้เกิดผลร้ายแก่ร่างกาย

1) กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acids)

น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ประกอบด้วยกรดไขมันที่อิ่มตัว กว่า 90 เปอร์เซ็นต์อะตอมของธาตุคาร์บอนของกรดไขมันที่อิ่มตัวจะต่อกันเป็นเส้น (Chain) โดยมีพันธะเดี่ยว (Single bond) จับกันเองเป็นเส้นยาวตามจำนวนของคาร์บอนแต่ละอะตอมของคาร์บอนจะมีไฮโดรเจนติดอยู่ 2 ตัวเนื่องจากแต่ละอะตอมของคาร์บอนไม่สามารถรับไฮโดรเจน ได้อีกเพราะไม่มีพันธะว่างจึงเรียกน้ำมันที่มีกรดไขมันประเภทนี้ว่า "น้ำมันอิ่มตัว" กรดไขมันอิ่มตัวในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ส่วนใหญ่ มีจำนวนอะตอมของคาร์บอน 8-14 ตัว กรดไขมันที่สำคัญได้แก่ กรด คาปริก (Carpic acid-C10) กรดลอริก (Lauric acid-C12) และกรดไมริสติก (Myristic acid-C14) ทำให้โมเลกุลมีความยาวของเส้น (Chain) ขนาดปานกลางนอกจากนี้ น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ยังประกอบไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acid) แต่มีเพียง 9 เปอร์เซ็นต์ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

- กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated fatty acid) คือกรดไขมันที่มีอะตอมของคาร์บอน 1 ตัว ไม่มีไฮโดรเจน 2 ตัวมาจับจึงต้องจับคู่กันเองด้วยพันธะคู่ (Double bond) จึงเป็นกรดไขมันที่มีพันธะคู่เพียงหนึ่งคู่
- กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated fatty acid) คือ กรดไขมันที่มีพันธะคู่มากกว่า 1 คู่ส่วนใหญ่กรดไขมันไม่อิ่มตัวจะมีจำนวนอะตอมของคาร์บอนมากจึงทำให้โมเลกุลมีความยาวมาก เช่น กรดลินโนเลอิก (Linoleic acid-C18)

ตาราง2.2เปรียบเทียบกรดไขมันในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์กับน้ำมันชนิดอื่น[11]

ส่วนประกอบของกรดไขมันในไขมันและน้ำมันชนิดต่างๆ									
ชื่อกรดไขมัน		มะพร้าว	แก่นปาล์ม	ปาล์ม	เนยเหลว	หมู	วัว	ถั่วเหลือง	ข้าวโพด
สายสั้น	บิวไทริค (C4:0)	-	-	-	3	-	-	-	-
	คาโปรอิค (C6:0)	0.5	-	-	1	-	-	-	-
สายปานกลาง	คาปริลิค (C8:0)	7.8	4	-	1	-	-	-	-
	คาปริค (C10:0)	6.7	4	-	3	-	-	-	-
	ลอริค (C12:0)	47.5	45	0.2	4	-	-	-	-
สายยาว	มายอิสติค (C14:0)	18.1	18	1.1	12	3	3.0	-	-
	ปาล์มิติค (C16:0)	8.8	9	44.0	29	24	29.0	11	11.5
	สเตียริค (C18:0)	2.6	3	4.5	11	18	22.0	4	2.2
	อราชิดิค (C20:0)	0.1	-	-	5	1	-	-	-
	ปาล์มิโทเลอิค (C16:1)	-	-	0.1	4	-	-	-	-
	โอเลอิค (C18:1)	6.2	15	39.2	25	42	43.0	25	26.6
	ไลโนเลอิค (C18:2)	1.6	2	10.1	2	9	1.4	51	58.7
	ไลโนเลนิค (C18:3)	-	-	0.4	-	-	-	9	0.8
% ไขมันอิ่มตัว		92.1	83	45.2	69	46	54.0	15	13.7
% ไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว		6.2	15	39.3	29	42	43.0	25	26.6
% ไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน		1.6	2	10.5	2	9	1.4	60	59.5

C หมายถึงอะตอมของคาร์บอน ตัวเลขติดกับ C หมายถึงจำนวนอะตอมของคาร์บอนในสายโซ่ของกรดไขมัน ตัวเลขหลัง : หมายถึงจำนวนของแขนคู่ (double bonds) โดยเลข 0 หมายถึงกรดไขมันอิ่มตัว เลข 1 หมายถึงกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว เลข 2 หรือ 3 หมายถึงกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน

ตาราง2.3 แสดงปริมาณของกรดไขมันในน้ำมันชนิดต่างๆ[12]

ไขมัน	กรดไขมันอิ่มตัว	กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว	กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน
น้ำมันดอกคำฝอย	10	15	75
น้ำมันเมล็ดทานตะวัน	12	21	67
น้ำมันข้าวโพด	13	20	62
น้ำมันมะกอก	14	77	9
น้ำมันงา	14	38	42
น้ำมันถั่วเหลือง	16	24	60
น้ำมันถั่วลิสง	17	37	40
น้ำมันรำข้าว	18	45	37
น้ำมันเมล็ดฝ้าย	20	22	27
น้ำมันปาล์ม	50	39	10
น้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม	86	12	2
น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์	92	6	2
น้ำมันไก่	27	48	20
น้ำมันหมู	40	47	12
น้ำมันจากเนื้อ	52	44	5
เนย	60	30	5

2) กรดลอริก (Lauric acid)

น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เป็นน้ำมันจากพืชชนิดเดียวในโลกที่มีกรดลอริกอยู่ในปริมาณที่สูงมาก ประมาณ48-53 เปอร์เซ็นต์ และกรดลอริก นี้เองที่ทำให้น้ำมันมะพร้าวมีคุณสมบัติพิเศษ ในการเสริมสุขภาพและความงามของมนุษย์น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ ยังมีกรดคาปริก (Capric acid) ซึ่งแม้ว่าจะมีน้อยกว่ากรดลอริก คือมีเพียง 6-7 เปอร์เซ็นต์แต่ก็ช่วยเสริมประสิทธิภาพของกรดลอริกและเป็นองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันพืชบางชนิด

1) วิตามินอี (Vitamin E)

น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่ไม่ผ่านขบวนการ RBD ยังคงมีวิตามินอีเหลืออยู่และก็เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ทำให้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์โดดเด่นกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ วิตามินอี ทำหน้าที่เป็นสารต่อต้านการเติมออกซิเจน โดยการป้องกันเซลล์ไม่ให้ถูกเติมออกซิเจนได้ง่ายๆ ตั้งแต่เริ่มสกัด ตลอดจนระหว่างการขนส่ง การวางจำหน่ายและการเก็บรักษาก่อนบริโภคจึงเกิดเป็นอนุมูลอิสระได้ง่ายอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจะไปลบล้างประสิทธิภาพที่มีอยู่ในร่างกาย ทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่มีเกิดผลเสียแก่เซลล์และเนื้อเยื่อ เนื่องจากอนุมูลอิสระเป็นโมเลกุลที่เปลี่ยนสภาพโดยสูญเสีย อีเล็คตรอน ในวงแหวนรอบนอกกลายเป็นโมเลกุลเกเร เที่ยวไปขโมย อีเล็คตรอนจากโมเลกุลที่อยู่ใกล้เคียงและโมเลกุลที่สูญเสียอีเล็คตรอนไปก็จะไปขโมยอีเล็คตรอนจากโมเลกุลข้างเคียง อื่นๆต่อไปเรื่อยๆ เกิดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ เป็นผลทำให้เซลล์วิปริตไป เช่นเกิดการกลายพันธ์ ฯลฯ ทำให้เกิดโรคที่เกี่ยวกับความเสื่อม เช่นโรคมะเร็งหัวใจมะเร็ง ไขข้ออักเสบ เบาหวาน โรคภูมิแพ้ ชราภาพก่อนวัย ฯลฯ

2) กรดคาปริกและโมโนคาปริน

แม้ว่าจะมีอยู่เพียง 6-7 เปอร์เซ็นต์แต่กรดคาปริกก็ช่วยเสริมประสิทธิภาพของโมโนลอรินโดยการเปลี่ยนแปลงเป็นสารโมโนคาปรินเมื่อน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ถูกบริโภคเข้าไปในร่างกาย ซึ่งมีฤทธิ์เช่นเดียวกันกับโมโนลอรินทั้งนี้ก็เพราะประสิทธิภาพของการทำงานของโมโนลอรินและโมโนคาปรินขึ้นอยู่กับปริมาณที่มีอยู่

3) สารโทโคไทรอีนอล (Tocotrienol)

วิตามินอีในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีสารโทโคไทรอีนอล ซึ่งเป็นรูปของวิตามินอีที่มีอานุภาพสูงกว่าสารโทโคเฟอรอล (Tocopherol) ซึ่งอยู่ในวิตามินอีทั่วไปโดยเฉพาะที่มีอยู่ในเครื่องสำอางรักษาผิวถึง 40-60 เท่าด้วยเหตุนี้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จึงต่อต้านอนุมูลอิสระได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 ปริมาณความชื้นและไขมันของมะพร้าว[26]

จากการศึกษาหาปริมาณไขมันในช่วงการพัฒนาของผลมะพร้าวพบว่าผลมะพร้าวอายุ 8 เดือนมีไขมันเป็นองค์ประกอบ 26.6% และปริมาณไขมันจะเพิ่มขึ้นเมื่อมะพร้าวแก่เมื่อมะพร้าวอายุ 12 และ 13 เดือนพบปริมาณไขมันสูงสุด 71.80 และ 71.45% ตามลำดับ

ตาราง2.4ความชื้น และ ไขมัน ของเนื้อมะพร้าวแก่จากมะพร้าวพันต้นเตี้ย [26]

พันธุ์มะพร้าว (Coconut cultivars)	ความชื้นเนื้อมะพร้าวขูด (%)	ไขมัน(%) (%Fat; dried basis)
น้ำหอม (Aromatic Green Dwarf)	51.1 b	63.9
น้ำหวาน (Green Dwarf)	55.1 bc	53.6
มะพร้าวไฟ (Maphrao Fai)	45.5 a	55.6
มลายูสีเหลืองต้นเตี้ย (Malayan Yellow Dwarf)	54.3 bc	61.4
ไทยสีแดงต้นเตี้ย (หมูสีส้ม)	55.9 c	62.1
ไทยสีน้ำตาลต้นเตี้ย (หมูสีน้ำตาล)	50.9 b	62.1
mean	**52.1**	**59.8**
F-test (Treatment)	**	**ns**
CV (%)	**5.7**	**13.8**

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT (** หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%)

2.5 ประโยชน์ของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์[11]

2.5.1 ประโยชน์ทางด้านเพื่อสุขภาพ

1) ป้องกันโรคหัวใจ

จากผลการวิเคราะห์พบว่า น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีคอเลสเตอรอลน้อยมาก เพราะมีเพียง 14 ส่วนในล้านซึ่งน้อยกว่าน้ำมันถั่วเหลือง ซึ่งมี 28 ส่วน และที่สำคัญคือเมื่อบริโภคน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เข้าไป ในร่างกายก็ไม่ได้เปลี่ยนเป็นคอเลสเตอรอล ในกระแสโลหิตอีกทั้งยังไม่ได้ทำให้หลอดเลือดแข็งตัว เหมือนกับน้ำมันพืชประเภทไม่อิ่มตัวเช่นน้ำมันถั่วเหลืองที่ถูกเติมไฮโดรเจน (Hydrogenate) ใน

ขบวนการผลิตและถูกเติมออกซิเจน (Oxidize) ระหว่างเดินทางก่อนถูกบริโภค จนเกิดเป็นTrans fatty acids ซึ่งเป็นตัวการทำให้เกิด ลิ่มเลือด และไปอุดตันหลอดเลือดนอกจากนั้นน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ยังมีวิตามินอีที่ช่วยขยายหลอดเลือดและป้องกัน การแข็งตัวของหลอดเลือด ที่เป็นสาเหตุของโรคหัวใจนักโภชนาการสมัยใหม่จึงสรุปว่า น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ช่วยทำให้หัวใจมีสุขภาพดีเพราะเป็นหนึ่งในสองชนิดของน้ำมันบริโภค ซึ่งช่วยลดความหนืด (Stickiness) ของเลือดที่เป็นสาเหตุของโรคหัวใจ

ตาราง 2.5 คอเลสเตอรอลในน้ำมันชนิดต่างๆ [11]

ชนิดของน้ำมัน	คอเลสเตอรอล (ส่วนต่อล้าน)
น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์	14
น้ำมันปาล์ม	18
น้ำมันถั่วเหลือง	28
น้ำมันข้าวโพด	50
เนยเหลว	3,150
น้ำมันหมู	3,500

2) ป้องกันโรคมะเร็ง

น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีประสิทธิภาพในการป้องกันไม่ให้เกิดโรคมะเร็ง ด้วยกลไก 2 วิธี ดังนี้ คือ

- เนื่องจากเป็นน้ำมันประเภทอิ่มตัวจึงไม่ถูกเติม Hydrogenate และแตกตัวเมื่อถูกกับอุณหภูมิสูง
- มีวิตามินอีช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุของการกลายพันธุ์ของยีนเกิดเป็นเซลล์มะเร็ง และการทำร้ายเซลล์ การใช้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ชโลมตัวก็ช่วยป้องกันมะเร็งผิวหนังได้ดีกว่ายาทากันแดดราคาแพงจากการทดลองพบว่า น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีผลชะงักการเจริญเติบโตของมะเร็งลำไส้ จากการศึกษาของ Cohen และคณะ (1986) รายงานการศึกษาแสดงให้เห็นว่า น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ช่วยป้องกันโรคมะเร็ง และยังรักษาโรคมะเร็งได้อีกด้วย เช่น มะเร็งสีผิว มะเร็งเต้านม เป็นต้น

3) ป้องกันโรคอ้วน

โรคอ้วนนั้นมีความสัมพันธ์กับสภาพต่าง ๆ เช่นการมีไขมัน ในเลือดสูงเป็นโรคเบาหวาน มีความดันโลหิตสูง เป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดตลอดจน โรคข้ออักเสบ ภาวะหยุดหายใจ ขณะหลับ ฯลฯ การบริโภคน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จะช่วยทำให้ร่างกายเกิดความร้อนสูง (ในขบวนการ Thermogenesis) ทำให้ร่างกายมีอัตราการเผาผลาญอาหาร หรือเมตาบอลิซึม (Metabolism) สูงเกิดเป็นพลังงานสำหรับใช้ในการดำรงชีวิตอีกทั้งยังช่วยทำลายไขมันที่ร่างกายสะสมอยู่ นำไปใช้เป็นพลังงาน ดังนั้นผู้บริโภคน้ำมันมะพร้าวเป็นประจำจึงไม่อ้วน

4) ป้องกันโรคเบาหวาน

จากการศึกษาน้ำมันมะพร้าวช่วยปรับระดับน้ำตาลในกระแสเลือดได้ ช่วยให้ร่างการสร้างสารอินซูลิน นอกจากนี้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ยังช่วยลดการนำน้ำตาล เข้าไปในกระแสเลือดจึงเป็นการช่วยปรับระดับน้ำตาลในกระแสเลือด อีกทั้งการบริโภค น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ทำให้ร่างกายไม่สะสมน้ำตาลเพราะถูกใช้ไปเป็นพลังงานหมดอีกทั้งยังไม่ทำให้ผู้ป่วยอยากรับประทานอาหารที่เป็นแป้งหรือน้ำตาลจึงช่วยลดอัตราการเกิดโรคเบาหวานไปได้โดยปริยาย

5) ป้องกันโรคปวดเมื่อย โรคชราภาพก่อนวัย

โรคปวดเมื่อยโรคชราภาพก่อนวัย และโรคกระดูก น้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันที่ถูกดูดซึมเข้าทางผิวหนังได้ดีเพราะมีขนาดของโมเลกุลเล็กจึงนิยมใช้นวดตัวให้หายปวดเมื่อย และผ่อนคลายความเครียด อีกทั้งยังสามารถปกป้องการทำลายของแสงอัลตราไวโอเลต ที่ทำให้ผิวหนังเหี่ยวย่นแก่ก่อนวัยและเป็นมะเร็งผิวหนัง ช่วยเสริมสร้างพัฒนาการของกระดูกให้แข็งแรงแพทย์แผนไทยจึงนิยมนำน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มาประกอบเป็นสูตรยาแผนโบราณในการรักษาโรคที่เกี่ยวกับกระดูกอันเนื่องมาจากการประสบอุบัติเหตุ

6) ป้องกันโรคติดเชื้อ

จุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรคเป็นสาเหตุของโรคของมนุษย์มากมาย เหลือคณานับแต่ก็แปลกที่เด็กทารกแรกคลอดที่ดูดน้ำนมมารดาเป็นประจำมักไม่ค่อยเป็นโรคเหล่านี้ทั้งนี้ก็เพราะมีภูมิคุ้มกันที่ได้มาจากน้ำนมมารดาได้มีการค้นพบว่าสาระสำคัญในนมน้ำเหลือง (Cholostum) ของมารดานี้ คือ กรดลอริกซึ่งเมื่อเข้าไป ในร่างกายก็เปลี่ยนไปเป็นสารโมโนลอรินซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารปฏิชีวนะนั่นเองผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ พบว่ามีกรดลอริก สูงมากถึง 48-53 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าในน้ำนมมารดามากในปัจจุบันวงการแพทย์สมัยใหม่ได้แนะนำให้ประชาชนกินยาเม็ดที่มีโมโนลอริน เพื่อเพิ่มภูมิคุ้มกันโรค

- โรคที่เกิดจากการติดเชื้อต่างๆ เชื้อโรคที่กรดลอริกในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์สามารถทำลายได้ได้แก่ เชื้อแบคทีเรีย เชื้อราและยีสต์เชื้อโปรโตซัว และเชื้อไวรัสโมโนลอรินหรือสารปฏิชีวนะในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ มีจุดเด่นสองประการ คือไม่ทำให้เกิดการดื้อยาของเชื้อโรคและสามารถฆ่าเชื้อโรค

บางชนิดที่มีเกราะไขมันห่อหุ้มเซลล์ ที่ยาปฏิชีวนะธรรมดาไม่สามารถฆ่าได้ แต่น้ำมันมะพร้าว สามารถละลายเกราะไขมันนี้ได้แล้วจึงเข้าไปฆ่าเชื้อโรคเหล่านี้ เท่าที่ได้มีการวิจัยพบว่าเชื้อโรคที่มีเกราะไขมันห่อหุ้มนี้เป็นโรคร้ายในปัจจุบันที่รักษายากมากเพราะทำลายมันไม่ได้ อย่างดีก็หยุดไม่ให้มันขยายพันธุ์โรคเหล่านี้ เช่นไวรัสโรคเอดส์ โรค SARS ซึ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจและกำลังมีการทดลองเพิ่มเติมเพื่อยืนยันผล

- รังแคหนังศีรษะน้ำมันมะพร้าวมีสารปฏิชีวนะที่ทำลายเชื้อโรคที่ทำให้เกิดรังแคหากชโลมผมด้วยน้ำมันมะพร้าวจะช่วยรักษารังแคหนังศีรษะได้

2.5.2 ประโยชน์ในด้านอาหาร

น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ถูกใช้ในการประกอบอาหารในครัวเรือนของประเทศที่ปลูกมะพร้าวเป็นหลักเพราะมีคุณสมบัติดีเด่นในเรื่องรสชาติ ความคงรูป มีอายุการเก็บรักษาไว้ได้นานและนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่างซึ่งเป็นที่นิยมในการนำไปใช้ประกอบอาหารได้หลายประเภท

การที่น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ เป็นไขมันอิ่มตัวสูงซึ่งทนทานต่อ ขบวนการเปลี่ยนแปลง ทางเคมีที่ทำให้เกิดกลิ่นหืนและเนื่องด้วยคุณลักษณะที่มีอายุการเก็บรักษาได้นานการคงรูปในรสชาติที่นุ่มนวลมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายสูง และรวดเร็วกว่าไขมันประเภทอื่นๆ มี Glyceride สูงถึง 91 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เนยที่ทำจากไขมันวัวนมมี 63 เปอร์เซ็นต์ เนยที่ทำจากไขมันกระบือ 56 เปอร์เซ็นต์ และเนยที่ทำจากไขมันวัวเนื้อ 48 เปอร์เซ็นต์ด้วยคุณลักษณะดังกล่าวน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จึงเป็นที่นิยมในการนำมาใช้เป็นแหล่งไขมันที่ใช้ในอุตสาหกรรมนมผงสำหรับเลี้ยงทารก ใช้เป็นส่วนผสมในน้ำมันเนย เนยเทียม และเติมลงใน หางนมวัวที่เป็นผล พลอยได้จากอุตสาหกรรมเนย ใช้เป็นส่วนผสมในไอศกรีมและใช้ในอุตสาหกรรมทำขนมปัง

คุณสมบัติที่ดีเด่นของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่ใช้ประกอบอาหารในครัวเรือนคือ การนำอาหารที่ปรุงด้วยน้ำมันมะพร้าว หรือกะทิกลับมาอุ่นใหม่แล้วรับประทานจะไม่เกิดผลเสียต่อสุขภาพ เพราะโครงสร้างโมเลกุลของไขมันที่ได้รับจากน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ จะมีอะตอมของคาร์บอนเกาะติดอยู่กับอะตอมของไฮโดรเจนซึ่งเป็นโครงสร้างที่มั่นคงแข็งแรงและไม่อาจแตกตัวได้ง่าย ๆ ไม่ว่าจะถูกความร้อนหรือกินเข้าไปในร่างกายในทางตรงกันข้ามไขมันที่ไม่อิ่มตัวมีโครงสร้างโมเลกุลที่ยืดหยุ่นมากกว่า เนื่องจากอะตอมของไฮโดรเจนที่เกาะติดอยู่กับอะตอม ของคาร์บอนมีปริมาณที่น้อยกว่าเมื่อถูกความร้อน แขนคู่ในโครงสร้างโมเลกุลจะจับคู่กับออกซิเจนกลายเป็นอนุมูลอิสระที่เป็นพิษต่อร่างกายหรือถ้าหากกินเข้าไปในร่างกายมากจะเกิดขบวน การออกซิเดชั่นทำให้ไขมันไม่อิ่มตัวกลายเป็นสารอัลดีไฮด์ เช่น มาลอนอัลดีไฮด์ (Malonaldehyde) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งที่สำคัญ ดังนั้นการบริโภคน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์หรือ กะทิ เท่ากับเป็นการหลีกเลี่ยงสารที่จะก่อให้เกิดมะเร็งได้อีกทางหนึ่ง

2.5.3 ประโยชน์ในด้านความงาม

น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เป็นน้ำมันที่ได้จากธรรมชาติปราศจากสารเคมีสังเคราะห์ใดๆ เจือปนโดยเฉพาะยากำจัดศัตรูพืชซึ่งมักจะมีอยู่ในน้ำมันพืชอื่นๆเนื่องจากกรดไขมัน ในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มี

ขนาดโมเลกุลที่เล็กทำให้ถูกดูดซึมเข้าไปได้ง่ายเราสามารถใช้น้ำมันมะพร้าว ในสภาพที่สกัดได้ตามธรรมชาติทันทีโดยไม่ต้องทำให้บริสุทธิ์ ฟอกสี และกำจัดกลิ่น ดังเช่น น้ำมันพืชอื่นๆจึงปลอดภัยจากอันตรายจากสารเคมี น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีบทบาทต่อความงามในเรื่องดังต่อไปนี้

1) รูปร่าง

เนื่องจากน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่เราบริโภคเข้าไปสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานได้ทันทีจึงไม่มีไขมันสะสมในร่างกาย อีกทั้งยังกระตุ้นให้ต่อมไทรอยด์ ทำงานดีขึ้นจึงนำเอาไขมันที่ร่างกายสะสมไว้ก่อนหน้าไปใช้เผาผลาญให้เกิดพลังงานจึงช่วยลดความอ้วนได้ ดังนั้นผู้ที่บริโภคน้ำมันมะพร้าวเป็นประจำจึงไม่อ้วน (เพราะไม่มีไขมันสะสม) แต่ร่างกายก็สันทัด สมส่วน และแข็งแรง

2) ผิว

การนวดหรือชโลมตัวด้วยน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ ช่วยให้ผิวสวยผิวดูอ่อนวัน น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่ใช้ชโลมตัว ทั้งในรูปน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์สด ๆหรือในรูปของผลิตภัณฑ์น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ เช่น ครีมและโลชั่นจะทำให้ผิวพรรณนุ่มไม่แตกแห้งเป็นกระ หรือฝ้าแต่ชุ่มชื้นและผิวเนียนปราศจากริ้วรอยเหี่ยวย่นทั้งนี้เพราะน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีวิตามินอีที่มีอานุภาพมากกว่าวิตามินอีในเครื่องสำอางช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระที่เป็นตัวการที่ทำให้เกิด การเสื่อมของเซลล์ผิวหนังป้องกันการเสื่อมโทรมของเซลล์จากขบวนการเติมออกซิเจน (Oxidation) ช่วยกำจัดเซลล์ผิวหนังที่ตายแล้วและทับถมกันจนทำให้ผิวแห้งขณะเดียวกันก็ช่วยกระตุ้นให้มีการสร้าง เซลล์ใหม่ขึ้นมาแทนที่จึงทำให้ผิวพรรณดูอ่อนกว่าวัยผิวนุ่มและเนียน ตามปกติผิวหนังจะสูญเสียความชื้นเพราะถูกแดดและลมน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีคุณสมบัติเป็นสารรักษาความชุ่มชื้น (Moisturizer) จึงช่วยให้ผิวหนังนุ่มและเนียนช่วยป้องกันและรักษาฝ้า และกระอนุมูลอิสระเป็นตัวการอันหนึ่งของการเกิดฝ้า และกระวิตามินอีในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จะทำหน้าที่ทำลายอนุมูลอิสระเหล่านี้เราสามารถใช้นำมันมะพร้าวเป็นยากันแดดได้ดีอีกทั้งยังไม่เหนียวเหนอะหนะเหมือนยากันแดดบางชนิดและราคาก็ถูกกว่า

3) ผม

เนื่องจากน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เป็นน้ำมันพืชที่มีคุณสมบัติ เป็นตัวเพิ่มความชุ่มชื้น (Moisturizer) อีกทั้งยังมีสารปฏิชีวนะ (จากโมโนลอริน) และสาร Antioxidant (จากสารโทโคทรินอลในวิตามินอี) จึงมีส่วนทำให้ผมงาม จากคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- ช่วยปรับสภาพของผมน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เป็นน้ำมันที่ช่วยทำให้ผมนุ่มดำเป็นเงางามเพราะมีวิตามินอีที่ช่วยเสริมการเจริญของเส้นผม
- ช่วยรักษาสุขภาพของหนังศีรษะ น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ช่วยรักษาสุขภาพของหนังศีรษะทั้งนี้เพราะน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีสารปฏิชีวนะที่คอยทำลายเชื้อโรค หนังศีรษะ จึงไม่มีรังแคและมีวิตามินอีที่ต่อต้านอนุมูลอิสระ หนังศีรษะจึงไม่เหี่ยวย่นแต่มีสุขภาพดี

- ช่วยให้เส้นผมมีสุขภาพดี เส้นผมประกอบด้วยส่วนนอก (Culticle) ที่ทำหน้าที่หุ้มส่วนใน (Cortex) หากส่วนนอกอยู่ในสภาพดี ไม่ฉีกขาด เส้นผมก็จะปกติมีความยืดหยุ่น (Elasticity) ทนทานต่อการบิดงอและมีความเหนียวส่วนในซึ่งประกอบด้วยโปรตีนที่เรียกว่า เคอราทิน (Keratin) ที่มีประกอบด้วยเส้นเล็กๆ มัดรวมกัน โปรตีนของเส้นผมจะสูญเสียหรือสลายตัวไปตามอายุขัยแต่อาจเร็วขึ้นจากการไม่รักษาผมให้ดี และการทำร้ายเส้นผม เช่น จากการดัดผมการย้อมผมด้วยน้ำยาเคมี แม้กระทั่งการหวีผมที่ใช้หวีที่คม น้ำมันมะพร้าวจึงช่วยลดปริมาณการสูญเสียของเส้นผมเพราะน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มีคุณสมบัติยึดเกาะ (Affinity) กับโปรตีนของเส้นผมได้ดีอีกทั้งยังมีขนาดเล็กจึงแทรกซึมเข้าไปในเส้นผมได้สะดวกในขณะที่น้ำมันทานตะวันและน้ำมันแร่ (Mineral oil) ซึ่งเป็นที่นิยมใช้เป็นส่วนประกอบในอุตสาหกรรมน้ำมันใส่ผมไม่ได้มีส่วนช่วย แต่อย่างใด เพราะไม่สามารถซึมเข้าไปในเส้นผมได้เหมือนน้ำมะพร้าวบริสุทธิ์

2.6 กระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

2.6.1 การสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีธรรมชาติ[3]

น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์สามารถสกัดได้จากเนื้อมะพร้าวทั้งเนื้อมะพร้าวสดและเนื้อมะพร้าวแห้ง การสกัดเพื่อให้ได้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ควรเป็นวิธีการสกัดที่ไม่ใช้ความร้อนหรือใช้ความร้อนไม่มาก ไม่ใช้สารเคมีในการสกัดและไม่ผ่านการกลั่นไม่ฟอกสีและกำจัดกลิ่น น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่ได้ยังคงอยู่ที่สำคัญสารอาหารต่างๆ รวมทั้งกรดไขมันต่างๆ ซึ่งมีคุณสมบัติในการเพิ่มความชุ่มชื้นต้านอนุมูลอิสระยังคงมีอยู่อย่างครบถ้วนซึ่งผิดกับ น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่สกัดจากโรงงานที่ใช้น้ำยาเคมีเป็นตัวสกัดน้ำมันและนำไปผ่านความร้อนสูงเพื่อระเหยตัวทำละลายออกไปแล้วจึงนำไปกลั่น ฟอกสี ฟอกกลิ่น จึงทำให้คุณสมบัติที่มีประโยชน์ตามธรรมชาติของน้ำมันมะพร้าวเหลืออยู่น้อยมาก

การสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีธรรมชาติทำได้หลายวิธี ซึ่งก็จะทำให้ได้น้ำมันมะพร้าวที่มีความบริสุทธิ์ที่แตกต่างกันออกไป คือ

1) บีบจากเนื้อมะพร้าวสด

เป็นการบีบน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ออกจากมะพร้าวสด โดยการขูดหรือย่อยเนื้อมะพร้าวให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วบีบเอาน้ำมันโดยตรงด้วยเครื่องบีบอัด วิธีนี้จะได้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่สุดหรือที่ภาษาฝรั่งเขาเรียกว่า Extra Virgin Coconut Oil วิธีนี้จะได้น้ำมันมะพร้าวออกมาน้อย น้ำมันจะยังคงเหลืออยู่ในกากมะพร้าว ซึ่งสามารถนำไปสกัดด้วย วิธีอื่นๆ ต่อไปซึ่งก็จะได้น้ำมันมะพร้าวที่มีความบริสุทธิ์น้อยลง นอกจากนั้นน้ำมันที่ได้จะยังคง มีน้ำหรือความชื้นปนอยู่ จะต้องนำไปแยกน้ำหรือความชื้นออกด้วยวิธีการหมักหรือความร้อน ที่ไม่สูงนัก

2) บีบจากเนื้อมะพร้าวแห้ง

วิธีที่สองก็คือ บีบน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ออกจากเนื้อมะพร้าวแห้งด้วยเครื่องบีบอัด วิธีนี้จะต้องนำเนื้อมะพร้าวไปตากแห้ง เพื่อไล่ความชื้นจากเนื้อมะพร้าวเสียก่อน จากนั้นจึงค่อยเอาเนื้อมะพร้าว

แห้งไปย่อยให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วจึงนำไปบีบเอาน้ำมันมะพร้าวด้วยเครื่องบีบอัดวิธีนี้จะได้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (Virgin coconut oil หรือ Pure coconut oil)แต่คุณภาพของน้ำมันมะพร้าวจะไม่ดีเท่าน้ำมันมะพร้าวที่สกัดจากเนื้อมะพร้าวสด

3) การหมักน้ำกะทิ

วิธีการนี้เป็นวิธีการนี้เป็นวิธีการที่ดีอยากแนะนำให้ทำกัน เป็นวิธีการที่ง่ายและไม่ต้องใช้เครื่องมือในการบีบน้ำมันแต่อย่างใด เพียงใช้หลักการตามธรรมชาติให้น้ำมันบริสุทธิ์คุณภาพดีมีกลิ่นหอมของมะพร้าว ทำได้โดยการคั้นนำน้ำกะทิจากเนื้อมะพร้าวสด จากนั้นนำน้ำกะทิไปหมักในภาชนะ ทิ้งไว้ 2-3 วัน น้ำมันจะแยกตัวออกจากน้ำและตะกอนอื่นๆ เราก็จะได้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (Virgin coconut oil)

4) การเคี่ยวน้ำกะทิ

วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ชาวบ้านหรือครัวเรือนต่างๆ ทำกันโดยทั่วไป เป็นวิธีการที่ง่ายเช่นเดียวกัน แต่น้ำมันจะผ่านความร้อนสูงเป็นเวลานานในระหว่างการเคี่ยวความบริสุทธิ์ของน้ำมันจึงลดลง ทำได้โดยการคั้นน้ำกะทิจากเนื้อมะพร้าวสด จากนั้นนำน้ำกะทิ ใส่ในกระทะนำไปตั้งไฟเคี่ยวจนน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์แยกตัวออกมา และน้ำระเหยออกไป เหลือน้ำมันมะพร้าวลอยอยู่ด้านบน และกากจับตัวเป็นก้อนอยู่ก้นกระทะจึงกรองเอาน้ำมันมะพร้าวมาใช้ กลิ่นของน้ำมันมะพร้าวเคี่ยวด้วยไฟจะไม่หอมแบบที่ได้จากการหมัก และคุณภาพของ น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ก็ไม่ดีเท่าการหมัก แต่จะได้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่มากกว่า

2.6.2 การสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย(Solvent extraction)

เป็นวิธีการสกัดที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าการสกัดด้วยเครื่องบีบอัดมาก โดยการใช้สารละลาย เฮกเซน (Hexane) ซึ่งเป็นเคมีภัณฑ์ปิโตรเลียมในการสกัดจะทำให้ปริมาณ การตกค้างของน้ำมันในกากมะพร้าวมีน้อยเครื่องจักรที่ใช้สกัดน้ำมันด้วยตัวละลายนี้ค่อนข้าง มีราคาแพงแต่ก็สามารถใช้สกัดน้ำมันพืชได้หลายชนิด กรรมวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายนี้ ทำได้หลายแบบ คือ

1) แบบแช่ (Immersion) เป็นการนำเนื้อมะพร้าวแห้งแช่ลงในตัวทำละลาย เฮกเซน (Hexane) น้ำมันจะถูกส่งออกมาผสมอยู่กับตัวทำละลาย เมื่อแช่ไว้ครบกำหนดเวลาแล้วจึงใช้ ความร้อนทำให้ตัวทำละลายระเหยไปเหลือแต่น้ำมันมะพร้าวดิบเอาไว้

2) แบบซึมผ่าน (Percolation) ใช้การพ่นตัวทำละลายให้ท่วมเนื้อมะพร้าวแล้วปล่อยให้ซึมเข้าไปในเนื้อมะพร้าว ตัวทำละลายก็จะสกัดน้ำมันมะพร้าวดิบออกมา

3) แบบแช่ผสมกับแบบซึมผ่าน (Percolation immersion) คือพ่นตัวทำละลายแล้วทิ้งเนื้อมะพร้าวให้แช่อยู่ในตัวทำละลายตามกำหนดเวลา แล้วจึงแยกน้ำมันดิบโดยใช้ความร้อนระเหยตัวทำละลายออกไป

2.6.3 การกลั่นน้ำมันดิบ (Refinia)

การสกัดน้ำมันมะพร้าวในขั้นตอนที่สองนั้นจะยังเป็นน้ำมันดิบที่ยังมีกลิ่นมีสีเศษผงกาก และสิ่งเจือปนอยู่การผลิตน้ำมันมะพร้าวในโรงงานจึงนำมะพร้าวดิบไปกลั่นอีกที่หนึ่งก่อนจะนำมาใช้อุปโภคและบริโภค มีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1) การสกัดเอายางเหนียวออก (Degumming) โดยใช้กรดฟอสฟอรัส(Phosphoric acid) กำจัดเอาสิ่งเจือปน เศษผง และสิ่งสกปรกต่างๆ ออก

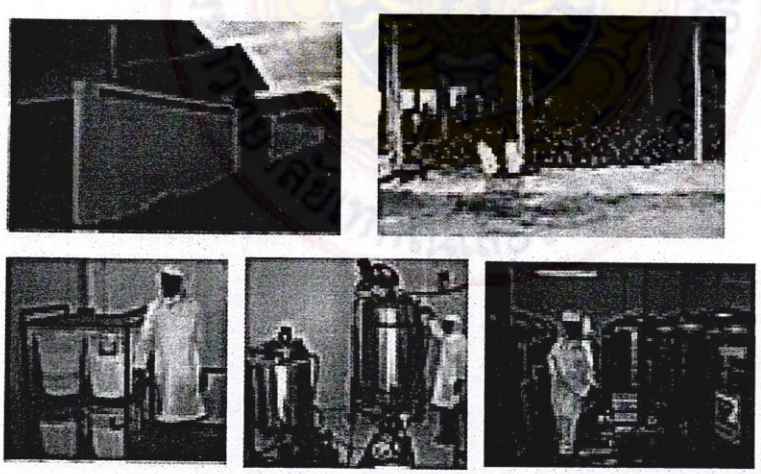
2) การทำน้ำมันมะพร้าวให้มีสถานะเป็นกลาง (Neutralization) เป็นการแยกกรดไขมันอิสระออกจากน้ำมันมะพร้าว ทำให้น้ำมันมะพร้าวเป็นกลางโดยการใช้โซดาไฟลงไป ทำปฏิกิริยากับน้ำมันดิบจะทำให้ได้กรดไขมันอิสระต่ำลง

3) การกำจัดสีหรือการฟอกสี (Bleaching) เป็นการฟองสีน้ำมันมะพร้าวให้ดูสวยโดยการใช้แป้งฟองสี หรือผงถ่าน กวนกับน้ำมันมะพร้าว แล้วจึงค่อยกรองเอาสารฟอกสีออก

4) การจำกัดกลิ่น (Deodorization) โดยการใช้เครื่องกำจัดกลิ่นภายใต้สุญญากาศที่อุณหภูมิ 220-270 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมงกลิ่นต่างๆ จะระเหยและถูกดูดออกด้วยเครื่องดูดกลิ่น

2.6.4 การกลั่นแบบด้วยวิธี Modify Fermentation [27]

เป็นการหมักแบบโดยจัดสภาพแวดล้อม(ห้องควบคุมอุณหภูมิ)ให้เหมาะสม ทำให้น้ำมันแยกตัวได้เร็ว จากเดิม 48-60 ชั่วโมง ก็ใช้เวลาเพียง 4-6 ชั่วโมงขจัดความชื้นด้วยเครื่องสุญญากาศ และกรองสารปนเปื้อนด้วยเครื่องกรองที่ใช้แผ่นกรอง Fiber ขนาด 3 Micron เป็นกรรมวิธีของการผลิตน้ำมันมะพร้าวที่มีขายในท้องตลาดยี่ห้อปาริสุทธิ์



รูปที่ 2.1 วิธีการหมักบ่มน้ำมันมะพร้าวของปาริสุทธ์ [27]

2.7 ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน [28]

ในการออกแบบและวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนความร้อนนั้นจะต้องคุ้นเคยกับกลไกการถ่ายเทความร้อนของแต่ละแบบและความสัมพันธ์ระหว่างการถ่ายเทความร้อนแบบนั้นๆ ในส่วนนี้จะพิจารณาถึงกฎสำคัญๆ ของการถ่ายเทความร้อนในแบบต่าง ๆ

2.7.1 การถ่ายเทความร้อนโดยการนำ (Conduction heat transfer)

การถ่ายเทความร้อนโดยการนำหรือการนำความร้อนเป็นการถ่ายเทความร้อนเพียงวิธีเดียวที่เกิดขึ้นกับวัตถุที่เป็นตัวกลางทึบแสง การนำความร้อนเป็นการไหลของความร้อน ที่เคลื่อนที่จากจุดที่มีอุณหภูมิสูงไปยังจุดที่มีอุณหภูมิต่ำเมื่อโมเลกุลของตัวกลางมีการสัมผัสกันโดยตรงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการนำกับการกระจายของอุณหภูมิ ภายในตัวกลางนั้นก็คือ กฎของฟูเรียร์

การนำความร้อนหรือการถ่ายเทความร้อนโดยการนำนี้ เกิดขึ้นได้ทั้งในของแข็ง ของเหลว และแก๊ส แต่เนื่องจากมีการไหลหมุนเวียนเกิดขึ้นในตัวกลางที่เป็นของเหลว และแก๊ส ดังนั้นจึงมีการถ่ายเทความร้อนโดยการพาเกิดขึ้นในของเหลวและแก๊สนั้นด้วยส่วนของแข็งทึบแสงซึ่งไม่มีการเคลื่อนไหวภายในวัตถุนั้นจะมีแต่การถ่ายเทความร้อนโดยการนำแต่เพียงอย่างเดียว

ค่าการนำความร้อน (Thermal conductivity), k ค่าการนำความร้อนเป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของวัสดุค่าการนำความร้อนที่อุณหภูมิต่ำๆ ของแก๊สนั้นไม่สามารถหาได้จากการวิเคราะห์ ดังนั้นข้อมูลเกี่ยวกับการนำความร้อนส่วนใหญ่ของวัตถุจึงได้มาจากการวัดและการทดสอบ โดยทั่วไปแล้วค่าการนำความร้อนของวัตถุจะแปรไปตามอุณหภูมิ แต่การใช้งานในด้านปฏิบัตินั้นส่วนใหญ่แล้วจะใช้ค่าการนำความร้อนที่คงที่หาจากอุณหภูมิเฉลี่ยซึ่งก็ให้ผลเป็นที่น่าพอใจจากตาราง เป็นตัวอย่างค่าการนำความร้อนของโลหะ อโลหะของเหลว และแก๊สบางชนิด

กลไกการถ่ายเทความร้อนโดยการนำในแก๊สสามารถอธิบายได้จาก ทฤษฎีคิเนแมติคว่าเนื่องจากโมเลกุลของแกสมีการเคลื่อนที่อิสระที่ไม่มีการเคลื่อนที่ที่ไม่แน่นอน ดังนั้นเมื่อโมเลกุลเหล่านั้นเกิดการชนกันขึ้น ก็จะมีการแลกเปลี่ยนพลังงานและโมเมนตัมกันแต่เนื่องจากโมเลกุลที่มีอุณหภูมิสูงนั้นมีพลังงานจลน์มากกว่า ดังนั้นเมื่อโมเลกุลจากอุณหภูมิจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงเคลื่อนที่ไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำก็จะพาเอาพลังงานจลน์ไปในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำนั้นด้วยและเมื่อโมเลกุลที่มีพลังงานจลน์สูงเกิดการชนกับโมเลกุลที่มีพลังงานจลน์ต่ำก็จะมีการถ่ายเทพลังงานเกิดขึ้น กลไกการนำความร้อนทางกายภาพภายในของเหลวก็มีลักษณะเช่นเดียวกัน แต่เนื่องจากโมเลกุลของของเหลวนั้นมีจำนวนหนาแน่นกว่าและสนานของแรงในของเหลวก็มีบทบาทต่อการถ่ายเทพลังงานมากกว่า ดังนั้นลักษณะการถ่ายเทความร้อนจึงมีความซับซ้อน กว่าของแก๊ส

ตาราง2.6ค่าการนำความร้อน[28]

ชนิดของวัตถุ	ค่าการนำความร้อนที่ 300 K,(W/m.k)
ทองแดง	386
อลูมิเนียม	204
เหล็กคาร์บอน	54
แก้ว	0.75
พลาสติก	0.2-0.3
น้ำ	0.6
เอทธิไกลคอล	0.2
น้ำมันเครื่อง	0.15
ฟรีออนเหลว	0.07
ไฮโดรเจน	0.18

2.7.2 การถ่ายเทความร้อนโดยการพาหรือการพาความร้อน (Convection heat transfer)

เมื่อของไหลสัมผัสกับผิวของวัตถุที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันก็จะมีการแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนระหว่างของไหลกับวัตถุ ขบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนนี้เรียกว่า การถ่ายเทความร้อนโดยการพาหรือการพาความร้อน ขบวนการพาความร้อนดังกล่าวนี้เป็นปรากฏการณ์พื้นๆ แต่กลไกการถ่ายเทความร้อนนั้นซับซ้อนมากการถ่ายเทความร้อนโดยการพาหรือการพาความร้อนนี้แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1) การพาความร้อนแบบอิสระ (Free convection)แรงที่ทำให้ของไหลเกิดการเคลื่อนไหวของการพาความร้อนแบบอิสระนั้น เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิในของไหล ที่เนื่องมาจากการที่ของไหลสัมผัสกับผิวของวัตถุที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันจนทำให้เกิดแรงลอยตัวขึ้น

2) การพาความร้อนแบบบังคับ (Force convection)การพาความร้อนแบบบังคับจะเกิดขึ้นเมื่อมีแรงภายนอกมาบังคับให้ของไหลเคลื่อนที่ผ่านผิวอิสระดังนั้นถ้าหากมีความแตกต่างของอุณหภูมิขนาดเท่าๆกัน แบบบังคับก็จะมีอัตรา การพาความร้อนสูงกว่า

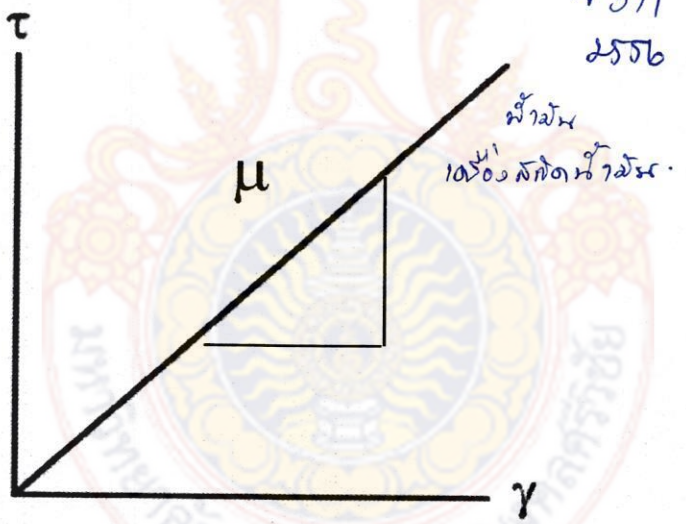
2.7.3 การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสี (Radiation)

การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีเป็นการเคลื่อนที่ผ่านพลังงานความร้อนในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วเท่ากับแสงที่มีความเร็วเท่ากับ(3×10^{10}) พลังงานความร้อนที่เคลื่อนที่โดยการแผ่รังสีนี้จะสามารถเคลื่อนที่ผ่านที่ต่างๆ ได้แม้กระทั้งบริเวณที่เป็นสุญญากาศ นอกจากนี้พลังงานที่ส่งจากยานอวกาศมายังพื้นผิวโลกหรือส่งจากพื้นผิวโลก ไปยังยานอวกาศที่โคจรอยู่ในวงโคจรก็เป็นการส่งพลังงานโดยการแผ่รังสีในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งสิ้น

2.8 ค่าความหนืด (Viscosity)[29]

หากนำค่าความเค้นเฉือนที่กระทำต่อของไหลมาวาดกับอัตราการสูญเสียรูปเชิงมุมของของไหล (ซึ่งมีค่าเท่ากับค่าความชันของความเร็วต่อระยะห่าง (dx/dy)และหากความสัมพันธ์ของค่าความเค้นเฉือนกับค่าอัตราการสูญเสียรูปนั้นมีลักษณะเป็นเชิงเส้นดังที่แสดงในภาพที่ 2.24 แล้วของไหลที่มีพฤติกรรมดังกล่าวนี้จะถูกเรียกว่า ของไหลนิวโตเนียน (Newtonian fluid)

631.3
ก 371
2556



รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ของค่าความเค้นเฉือนต่ออัตราการสูญเสียรูปของของไหลนิวโตเนียน [29]

ของไหลนิวโตเนียนซึ่งมีพฤติกรรมที่มีอัตราการเสียรูปเชิงมมเป็นสัดส่วนโดยตรงกับค่าความเค้นเฉือนที่กระทำนั้น จะสามารถเขียนสมการคณิตศาสตร์บรรยายพฤติกรรมของของไหลดังกล่าวได้เป็น

$$\tau_{xy} = \frac{du}{dy} \qquad (2.1)$$

ค่าความชันของเส้นความสัมพันธ์เหล่านี้จะบ่งบอกถึงความสามารถในการต้านทานการเสียรูป ในของไหลที่มีเส้นความชันดังกล่าวน้อย จะหมายความว่าของไหลดังกล่าวมีอัตราการเสียรูปค่อนค่างข้างมาก ภายใต้การกระทำของความเค้นเฉือนที่มีค่าต่ำ ในขณะที่ถ้ากราฟเส้นตรงของของไหลที่พิจารณามีความชันสูง จะหมายความว่าจะต้องให้ค่าความเค้นเฉือนมากในการจะทำให้เกิดค่าการเสียรูปที่มีขนาดไม่มากนัก นั่นก็คือ ของไหลที่มีความชันน้อย ก็จะหนืดน้อยกว่าของไหลที่มีความชันมาก ดังนั้นจึงสามารถเขียนความสัมพันธ์ของค่าความเค้นเฉือนกับอัตราการเสียรูปเป็น

$$\tau_{xy} = \mu \frac{du}{dy} \qquad (2.2)$$

โดยที่ค่าตัวคงที่ μ คือค่าความหนืดสัมบูรณ์หรือ ความหนืดพลวัต (Absolute or dynamic viscosity) ซึ่งค่าความสัมพันธ์ในสมการข้างต้น มักจะถูกเรียกเป็น ความสัมพันธ์จากกฎความหนืดของนิวตันสำหรับการไหลในหนึ่งมิติ มิติของความหนืดสัมบูรณ์ซึ่งสามารถวิเคราะห์จากความสัมพันธ์ในสมการจะมีค่าเป็น [M /Lt]

จะเห็นได้ว่า ค่าความหนืดเป็นคุณสมบัติเฉพาะอย่างหนึ่งของของไหลที่จะมีผลต่อความต้านทานของการเสียรูป และค่าความหนืดนี้จะเป็นคุณสมบัติเชิงเทอร์โมไดนามิกส์ของของไหลซึ่งแปรตามค่าความดันและอุณหภูมิ แต่จากการทดลองจะพบว่าค่าความหนืดของของไหลจะเปลี่ยนแปรค่าอย่างช้ามากเมื่อแปรค่าความดันไป ในขณะที่ค่าความหนืดจะแปรค่าค่อนข้างมากเมื่อแปรอุณหภูมิ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า ค่าความหนืดของของไหลเป็นฟังก์ชันอย่างอ่อน (Weak function) กับค่าความดัน ในขณะที่เป็นฟังชันอย่างมาก (Strong function) กับค่าอุณหภูมิจะแสดงถึงค่าความหนืดสมบูรณ์ที่แปรตามอุณหภูมิของของไหลชนิดต่างๆ กัน

ค่าความหนืดอีกค่าหนึ่งที่นิยมใช้คือ ค่าความหนืดคิเนเมติก (Kinematic viscosity) ซึ่งจะมีค่าเท่ากับอัตราส่วนของค่าความสมบูรณ์กับค่าความหนาแน่น ซึ่งนิยมใช้สัญญาลักษณ์ ν แทนค่าความหนืดคิเนเมติกดังกล่าว ค่าความหนืดคิเนเมติกจะมีมิติเท่ากับ [L^2/ t]

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \qquad (2.3)$$

ค่าความหนืดคิเนติกของของไหลทั่วไปจะถูกแสดงไว้ในภาคผนวก ก ด้วย หน่วยของค่าความหนืดสัมบูรณ์ในระบบ SI จะเป็น ปาสกาล-วินาที หรือ นิวตัน-วินาที/ตารางเมตร และสำหรับในระบบเมตริกจะมีหน่วยเป็น poise (1 poise = 1 กรัม /(ซม.-วินาที) ในระบบอังกฤษจะเป็น 1ปอนด์แรง-วินาที่/ตารางฟุต หรือ สลัก/(ฟุต.วินาที)

สำหรับหน่วยของค่าความหนืดคิเนติกนั้น ในระบบ SI จะมีหน่วยเป็น ตารางเมตร/วินาที ในระบบเมติกจะมีหน่วยเป็นสโตก (1 สโตก = 1 ตารางเซนติเมตร/วินาที) ในระบบอังกฤษจะมีหน่วยเป็น ตารางฟุต/วินาที

2.9 ความหนาแน่น (Density)[30]

ความหนาแน่น (Density) คือ มวลต่อหน่วยปริมาตร

$$\rho = \frac{m}{V} \qquad (2.4)$$

ส่วนกลับของความหนาแน่นคือปริมาตรต่อหน่วยมวล เรียกว่า ปริมาตรจำเพาะ (Specific volume)

$$v = \frac{V}{m} = \frac{1}{\rho} \qquad (2.5)$$

ความหนาแน่นของแก๊สจะเพิ่มขึ้นตามความดันและลดลงตามอุณหภูมิ ส่วนในกรณีของเหลวของแข็งความดันไม่มีผลต่อความหนาแน่นหรือมีผลน้อยมากจนไม่จำเป็นต้องพิจารณาผลดังกล่าว เนื่องจากสารในสองสถานะนี้จัดเป็นสารที่อัดตัวไม่ได้ (Incompressible substances) ขณะเดียวกันอุณหภูมิจะมีผลต่อความหนาแน่นของสารสองสถานะนี้มากกว่าความดัน ตัวอย่างเช่น ที่ความดัน 1 atmเมื่ออุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นจาก 20 องศาเซลเซียส เป็น 75 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ความหนาแน่นของน้ำลดลงจาก 998 kg/m^3 เป็น 975kg/m^3อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงนี้ค่อนข้างต่ำ (2.3%) โดยทั่วไปจึงไม่พิจารณาผลดังกล่าวสำหรับการวิเคราะห์ปัญหาในทางวิศวกรรม

ในบางครั้งมีการระบุข้อมูลความหนาแน่นในรูปของอัตราส่วนเทียบกับความหนาแน่นของสารมาตรานที่อุณหภูมิที่แน่นอน ซึ่งข้อมูลนี้เรียกว่า ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity, SG) หรือ ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative density) โดยปกติสารมาตรฐานจะเป็นน้ำที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ρเท่ากับ 1000kg/m^3)

2.10 สารละลาย อิมัลชัน[31]

อิมัลชัน เป็นการผสมกันของของเหลว 2 ชนิดที่ไม่ผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน โดยทั่วๆ ไปจะประกอบด้วยส่วนที่เป็นน้ำ (Aqueous phase) และส่วนที่เป็นน้ำมัน (Oil phase) ส่วนที่เป็นน้ำมันจะกระจายตัวเป็นหยดน้ำมันเล็กๆ อยู่ในตัวกลางที่เป็นน้ำมัน เรียกว่า อิมัลชั่นชนิดน้ำมันในน้ำ (Oil-in-water หรือ O/W emulsion) เช่น น้ำสลัด ในทางตรงกันข้าม ส่วนที่เป็นหยดน้ำเล็กๆ จะกระจายตัวอยู่ในตัวกลางที่เป็นน้ำมัน เรียกว่า อิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน (Water-in-oil หรือ W/O emulsion) เช่น เนย การผสมกันของของเหลวทั้งสองชนิดจะไม่คงตัว โดยหยดน้ำมันหรือหยดน้ำจะพยายามรวมตัวกันและแยกตัวออกเป็นชั้นจากตัวกลาง

แต่สามารถทำให้อิมัลชันคงตัวได้โดยการเติมอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ (Emulsifying agent) ลงไปด้วย

กะทิซึ่งเป็นระบบอิมัลชันตามธรรมชาติ[32]โดยประกอบด้วยส่วนที่เป็นเฟสหรือวัฏภาคของนน้ำ (Aqueous phase) และเฟสหรือวัฏภาคของน้ำมันมะพร้าว (Oil phase)ซึ่งไม่ละลายซึ่งกันและกันกะทิที่ใช้ประกอบหรือผลิตอาหารส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของอิมัลชันแบบน้ำมันในน้ำ (Oil-in-water emulsion) โดยเฟสของน้ำมันมะพร้าวจะกระจายตัว (Dispersed phase) เป็นเม็ดเล็กๆเรียกว่าดร็อปเล็ท (Droplet) อยู่ในเฟสของน้ำที่เป็นเฟสต่อเนื่อง (Continuous phase) (Tangsuphoom and Coupland, 2005)

ในกะทิมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบอยู่โดยโปรตีนกะทิทำหน้าที่เป็นอิมัลซิฟายเออร์ตามธรรมชาติช่วยให้กะทิมีความคงตัวอยู่ได้ระยะหนึ่งโดยไม่แยกชั้นหรือแตกมันอย่างไรก็ตามกะทิจะสูญเสียความคงตัวได้ง่ายเมื่อนำไปประกอบหรือผลิตอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อผ่านกระบวนการให้ความร้อน (Thermal processing) ซึ่งทำให้โปรตีนกะทิเกิดการเปลี่ยนสภาพ (Denaturation) กะทิที่ได้รับความร้อนจะเริ่มสูญเสียความคงตัว

2.10.1 การทำละลายอิมัลชั่น (De-emulsification หรือ Breaking of Emulsion)[31]

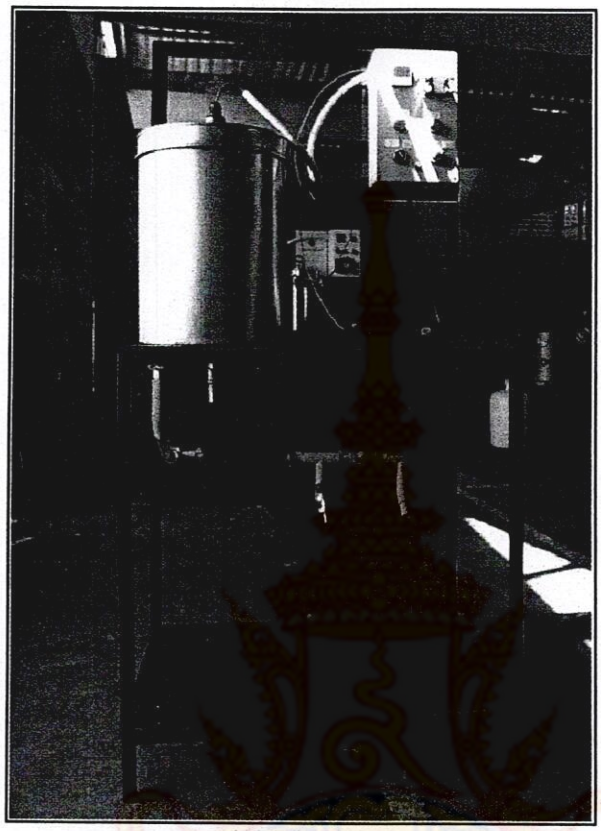
ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการทำลายอิมัลชันมีความสัมคัญมาก เพราะจะได้ป้องกันและหลีกเลี่ยงเมื่อต้องการเตรียมอิมัลชันให้คงตัวและยังใช้เป็นวิธีกำจัดอิมัลชันที่ไม่ต้องการได้อีกด้วย วิธีทำลายอิมัลชันทำได้หลายวิธี แต่ไม่มีวิธีใดที่ใช้เป็นสากลนิยม

การทำลายอิมัลชันต้องการพิจารณาดูธรรมชาติของอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ที่ใช้ วิธีทำลายที่ง่ายคือหาวิธีแยกเอาอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ออกไป หรือทำลายฟิล์มที่อนุภาคคอลลอยด์ดูดซับไว้ หรือทำให้ประจุที่อยู่บนผิวของอนุภาคคอลลอยด์หมดไป วิธีทำแบ่งออกได้เป็นดังนี้

1) วิธีทางกายภาพ (Physical methods) โดยใช้การปั่นในเครื่องเหวี่ยง(Centrifugation) การกรอง(filtration) การลดความหนืดด้วยความร้อน การกำจัดเอาน้ำออก การคนหรือกวน (Stirring) การทำให้เย็นจัด(Freezing)การเติมให้มี Dispersed phase จนมากเกินพอ หรือ เติมของเหลวชนิดที่สามลงไป ซึ่งของเหลวที่เติมลงไปนี้ต้องมีสมบัติสามารถรวมตัว หรือละลายอนุภาคคอลลอยด์ หรือตัวกลางได้

2) วิธีทางเคมี (Chemical methods) โดยการเติมอิเล็กโทรไลต์ หรือเติมคอลลอยด์ที่มีประจุตรงกันข้ามกับประจุของอนุภาคคอลลอยด์ในระบบแรกหรือเติมสารเคมีลงไปให้ทำปฏิกิริยากับอิมัลไฟอิงเอเจนต์ เพื่อเปลี่ยนให้เป็นสารประกอบชนิดใหม่ หรือเติมอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ที่ใช้กับอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำลงไปในอิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน และในทางตรงกันข้ามเติมอิมัลไฟอิงเอเจนต์ที่ใช้กับอิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมันลงไปในอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ จะทำให้ความคงตัวของอิมัลชันระบบแรกเสียไป

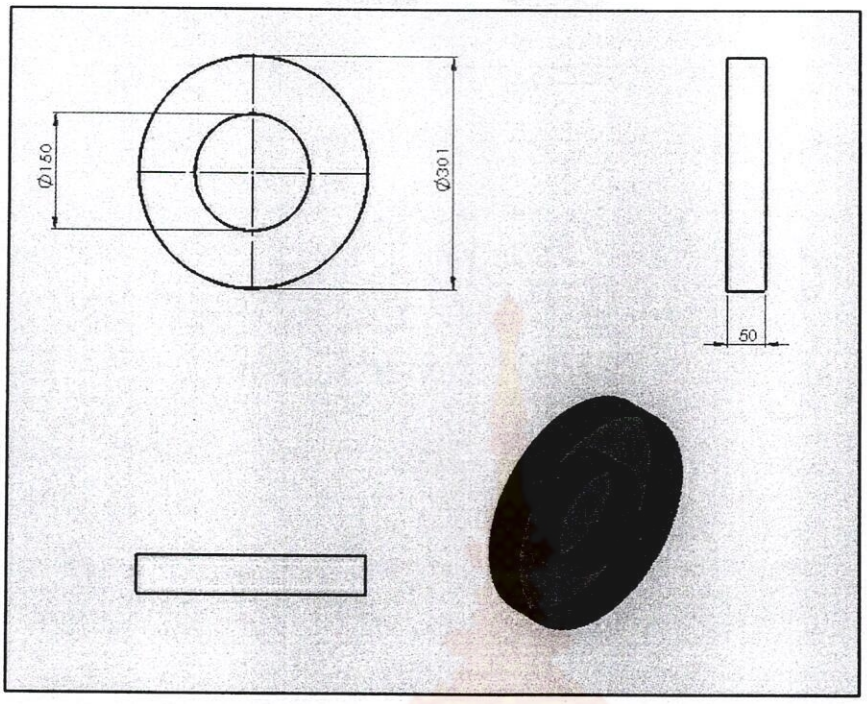
2.11 เครื่องแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์สกัดเย็นโดยใช้ถังสเตนเลส[7]



รูปที่ 2.3 แสดงเครื่องแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์สกัดเย็นโดยใช้ถังสเตนเลส[25]

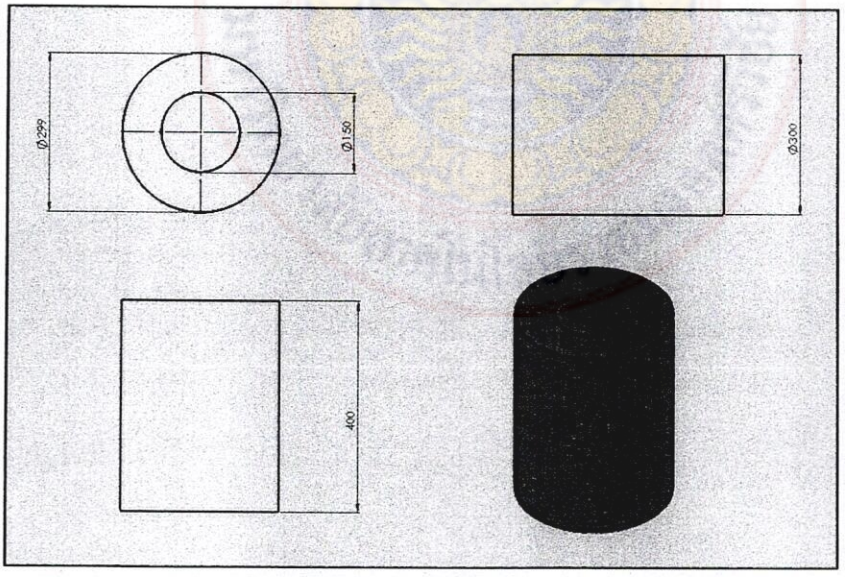
2.11.1 ส่วนประกอบของเครื่อง

ฝาปิดถังสกัดน้ำมันการออกแบบฝาปิดถังใช้แผ่นสแตนเลส ความหนา 0.7 มิลลิเมตร ตัดเป็นรูปวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 31 เซนติเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็ก 15 เซนติเมตร กว้าง 5 เซนติเมตร ให้ได้ตามแบบ



รูปที่ 2.4 แบบฝาปิดถังสกัดน้ำมัน[7]

ตัวถังสกัดน้ำมันใช้สแตนเลส ความหนา 0.7 มิลลิเมตร ตัดเป็นรูปวงกลมซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์วงใน 15 เซนติเมตร ความสูงของตัวถังคือ 40 เซนติเมตรและเชื่อมขึ้นรูปตามแบบ



รูปที่ 2.5 ตัวถังสกัดน้ำมัน[7]

2.11.2 เครื่องวัดและควบคุมอุณหภูมิ[6] (Tempurature Controller)

เป็นอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิยี่ห้อ Shinko รุ่น JCS-33A ขนาด 48×48×96.5 มิลลิเมตร ใช้ไฟ 220 v ทำหน้าที่รับสัญญาณจาก Thermocoupleแล้วประมวลผลอุณหภูมิเปลี่ยนเป็นสัญญาณ ไฟฟ้าส่งไปสั่งการ Solid State Relay Out put จากTempurature Controller จะเป็น AC เมื่อใช้งานร่วมกับ Thermocouple Type K สามารถใช้งานใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิ 200°C-1370°C

รูปที่ 2.6 เครื่องวัดและควบคุมอุณหภูมิ (Tempurature Controller)[7]

2.11.3 Solid State Relay[6]

Solid State Relay ยี่ห้อ Union UN-2425 เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของฮีทเตอร์โดยทำหน้าที่คล้ายกับรีเลย์ ซึ่งรับคำสั่งIn put จากTempurature Controller แล้วจะตัดหรือต่อกระแสไฟฟ้าที่จะเข้าสู่ฮีทเตอร์ Solid State Relay ทนกระแสไฟฟ้าใช้งานสูงสุด 25A 240V

รูปที่ 2.7 Solid State Relay[7]

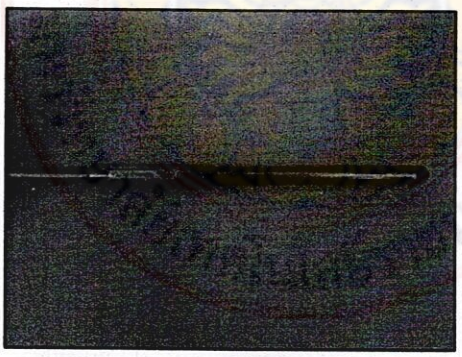
2.11.4 ฮีทเตอร์สแตนเลสรูปตัว "U" [6]

ฮีทเตอร์สแตนเลสรูปตัว "U" ยี่ห้อSangiElectric ขนาด 2,000W เป็นอุปกรณ์ให้ความร้อนแก่น้ำในโหลแก้วทรงสูงใบเล็กที่ประกอบอยู่ภายในโหลใบใหญ่

รูปที่ 2.8 ฮีทเตอร์สแตนเลสรูปตัว "U"[7]

2.11.5 Thermocouple [6]

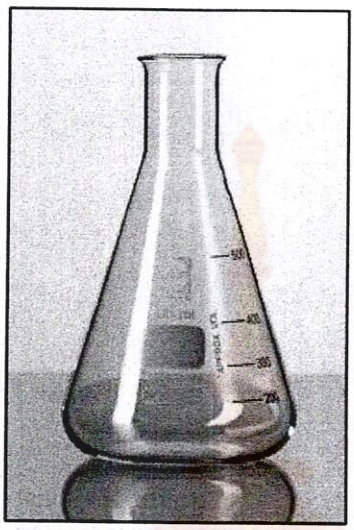
เป็น Thermocouple ยี่ห้อ SK Type K รุ่น Tc-10 อุณหภูมิใช้งานสูงสุดคือตั้งแต่ 10 องศาเซลเซียส-850 องศาเซลเซียส



รูปที่ 2.9 Thermocouple[7]

2.11.6 ขวดรูปชมพู่(Erlenmeyer flask) ขนาด 0.2ลิตร[6]

เป็นภาชนะบรรจุของเหลวที่มีปริมาตร0.2 ลิตร มีขีดบอกปริมาตรของเหลว



รูปที่ 2.10 โหลตวงปริมาตร

2.11.4 ฮีทเตอร์สแตนเลสรูปตัว "U" [6]

ฮีทเตอร์สแตนเลสรูปตัว "U" ยี่ห้อ SangiElectric ขนาด 2,000W เป็นอุปกรณ์ให้ความร้อนแก่น้ำในโหลแก้วทรงสูงใบเล็กที่ประกอบอยู่ภายในโหลใบใหญ่

รูปที่ 2.30ฮีทเตอร์สแตนเลสรูปตัว "U"[7]

2.11.5 Thermocouple [6]

เป็น Thermocouple ยี่ห้อ SK Type K รุ่น Tc-10 อุณหภูมิใช้งานสูงสุดคือตั้งแต่ 10 องศาเซลเซียส-850 องศาเซลเซียส

รูปที่ 2.31 Thermocouple[7]

บทที่ 3
วิธีดำเนินงาน

บทนี้จะกล่าวถึง อุปกรณ์ที่ใช้และวิธีการทดลองรวมทั้งแผนดำเนินการทดลอง จะเริ่มจากวางแผนการดำเนินงานโดยอาศัยข้อมูลการค้นคว้าเกี่ยวกับการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์รวมทั้งการใช้เครื่องมือทดลอง เพื่อกำหนดขอบเขตและเงื่อนไขในการทดลอง เมื่อได้ขอบเขตและเงื่อนไขก็จะทำการจัดหาอุปกรณ์ในการทดลองที่สามารถหาได้ตามท้องตลาดไปดำเนินการทดลองตามเงื่อนไข ขอบเขตที่ได้วางไว้และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ คำนวณ เพื่อเขียนกราฟ วิเคราะห์ข้อมูลตามขอบเขตที่ได้วางไว้ประกอบการสรุปผลการวิจัย

โดยมีหัวการดำเนินงานดังต่อไปนี้

3.1 แผนการดำเนินงาน

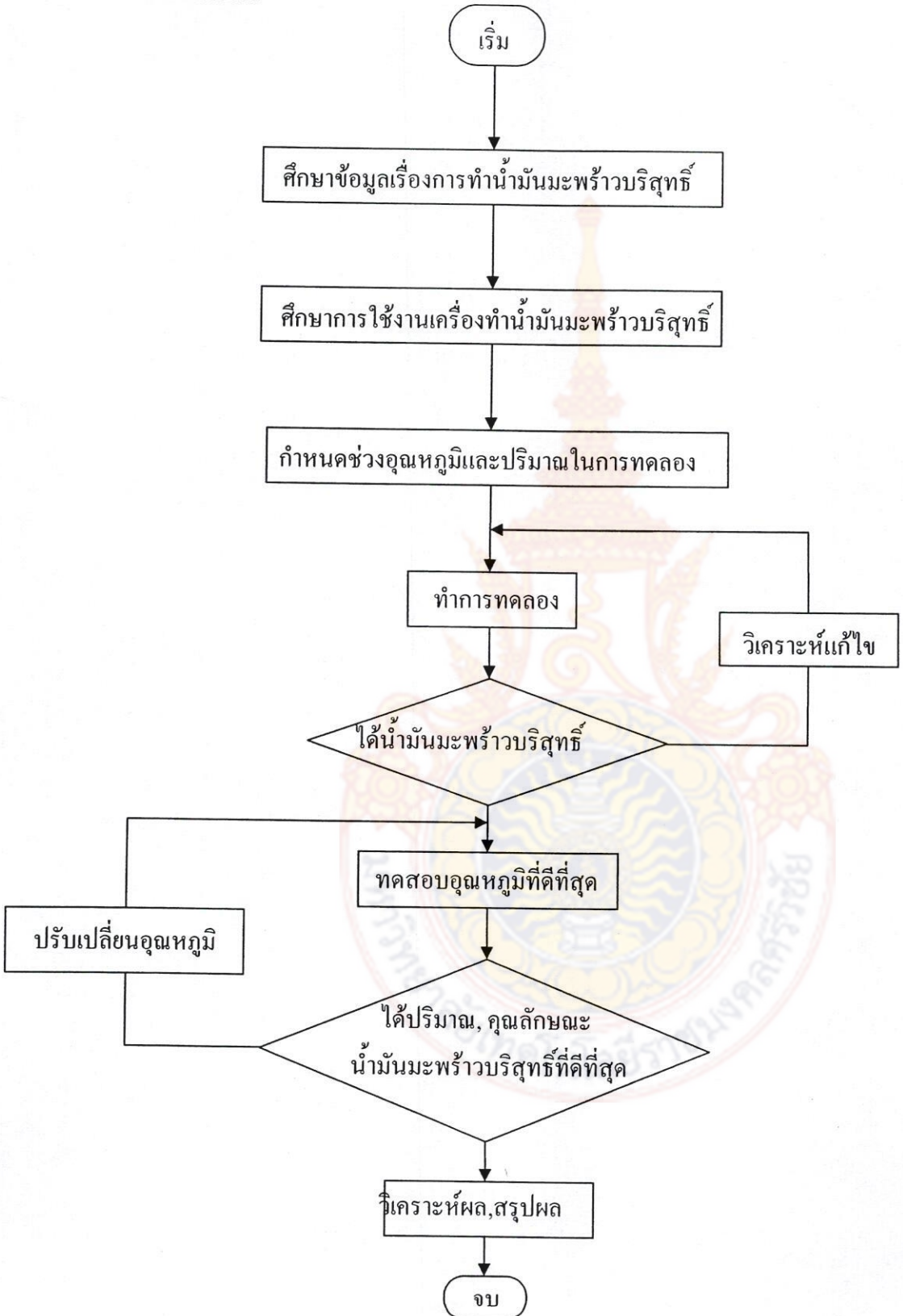
3.2 กำหนดเงื่อนไขในการทดลอง

3.3 การทดลองสกัดแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

3.4 การทดลองหาค่าความหนาแน่น

3.5 การทดลองหาค่าความหนืดของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

3.1 แผนการดำเนินงาน



รูปที่ 3.1ขั้นตอนการดำเนินโครงการ

ตาราง3.1แสดงระยะเวลาการดำเนินงาน

กิจกรรม		พ.ค.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
1. ศึกษาข้อมูลน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์	P	- - -	- - -	- - -	- - -										
	A	———	———	———	———	———									
2. ศึกษาการใช้งานเครื่องแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์	P			- - -	- - -										
	A			———	———	———									
3. กำหนดช่วงอุณหภูมิและวิธีการทดลอง	P				- - -										
	A				———										
4. ทำการทดลอง	P					- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -			
	A					———	———	———	———	———	———	———			
5.วิเคราะห์ผลการทดลอง, สรุปผลการทดลอง	P										- - -	- - -	- - -	- - -	
	A										———	———	———	———	
6.จัดทำเล่มรายงาน	P									- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	
	A										———	———	———	———	

- - - - - - - - - - แสดงแผนการดำเนินงาน

——————— แสดงการดำเนินงานจริง

3.2 กำหนดเงื่อนไขในการทดลอง

3.2.1 ทดลองที่อุณหภูมิห้องโดยเริ่มจากอุณหภูมิ30 องศาเซลเซียส จนถึงอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส โดยเพิ่มอุณหภูมิขึ้นครั้งละ 2 องศาเซลเซียส

3.2.2 ใช้เวลาในการหมักและควบคุมอุณหภูมิจำนวน 24 ชั่วโมง

3.2.3 กรองน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยผ้ากรองละเอียดใส่ภาชนะทิ้งไว้ให้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์สะเด็ดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.2.4 เก็บผลการทดลองภายหลังการกรองน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

3.2.5 คำนวณหาปริมาณน้ำมันบริสุทธิ์โดยเปรียบเทียบกับน้ำกะทิสดตั้งต้นวิเคราะห์หาอุณหภูมิที่ได้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มากที่สุด

3.3 การทดลองสกัดแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

3.3.1 เตรียมอุปกรณ์ และวัตถุดิบ

1) ทำความสะอาดเครื่องสกัดแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ และตรวจสอบการทำงาน

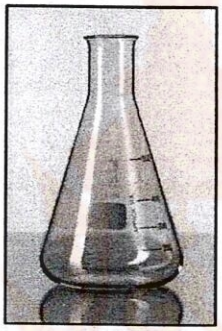
2) หัวกะทิสด 5 ลิตร

3) น้ำสะอาด5 ลิตร

4) ผ้ากรองละเอียด

5) ภาชนะบรรจุ

- ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)ขนาด 0.2ลิตร



รูปที่ 3.2ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)

- ขวดบรรจุน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

รูปที่ 3.3ขวดบรรจุน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

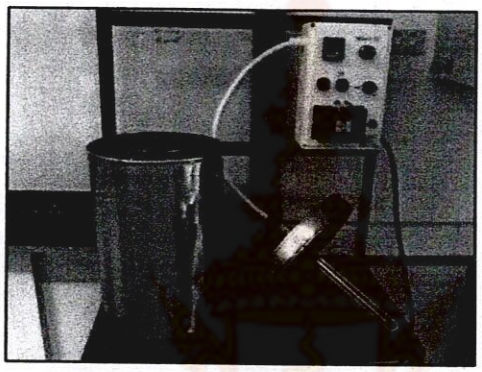
3.3.2 วิธีการทดลอง

1) เตรียมน้ำกะทิโดยซื้อน้ำกะทิจากร้านที่คั้นน้ำกะทิสด

ในการคัดเลือกมะพร้าว ให้คัดเลือกเฉพาะมะพร้าวที่แก่จัดหรือสุก แต่ต้องไม่มีจาวมะพร้าวหรือไม่มีหน่องอกออกมาจากลูกมะพร้าว เพราะจะทำให้น้ำกะทิเสียง่ายเนื่องจากมีปริมาณจุลินทรีย์สูง

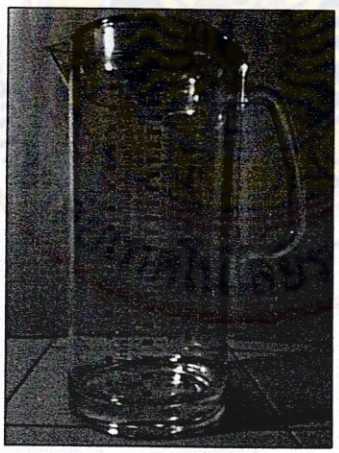
3.3.3 เตรียมเครื่องสกัดแยกน้ำมันมะพร้าวบริสุทธ์

1) เตรียมถังสกัดน้ำมัน มาติดตั้งกับชุดทดลอง ดังภาพที่ 3-4



รูปที่ 3.4ติดตั้งถังทดลอง

2) เตรียมภาชนะตวงปริมาตรมาเพื่อตวงน้ำกะทิและน้ำสะอาด

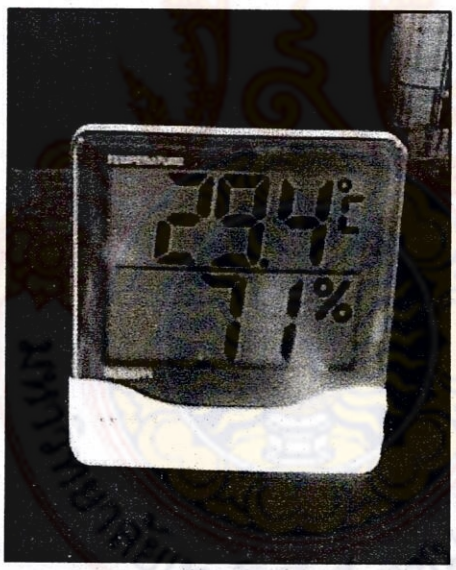


รูปที่ 3.5ภาชนะตวง

3) เตรียมปลั๊กไฟ

รูปที่ 3.6 ปลั๊กไฟฟ้า

4) เครื่องวัดอุณหภูมิและวัดความชื้น



รูปที่ 3.7เครื่องวัดอุณหภูมิและวัดความชื้น

3.3.4 ทำการทดลอง

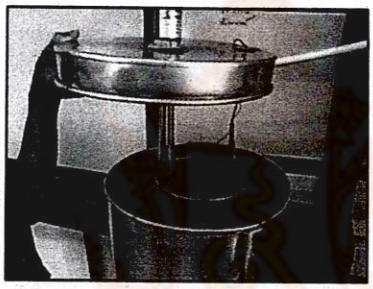
1) ตวงน้ำกะทิ ครั้งละ1ลิตร 5 ครั้ง เพื่อให้ได้น้ำกะทิ 5ลิตร เทใส่ไว้ในถังใหญ่

2) ตวงน้ำสะอาด ครั้งละ1ลิตร 5ครั้ง เพื่อให้ได้น้ำ 5ลิตร เทลงไปผสมกับน้ำกะทิเพื่อให้ได้น้ำกะทิที่ผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1:1

3) ตวงน้ำ ปริมาตร 7ลิตร เทใส่ในถังเล็ก

รูปที่ 3.8เติมน้ำกะทิผสมน้ำสะอาดและเติมน้ำภายในถังเล็ก

4) ปิดฝาถังทดลอง



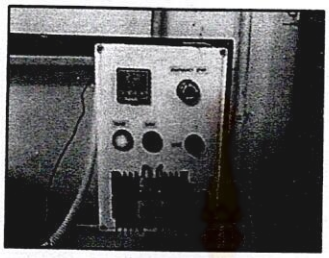
รูปที่ 3.9ปิดฝาถังเครื่องทดลอง

5) เสียบปลั๊กระบบ

6) หมุนสวิตช์ไปตำแหน่ง ON สังเกตไฟสีเขียวติด (READY) แสดงว่าเครื่องพร้อมทำงาน

รูปที่ 3.10เครื่องพร้อมทำงาน

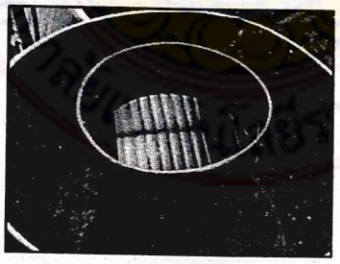
7) ปรับอุณหภูมิที่ Temperature Controller ตามที่ต้องการ (อยู่ในช่วง30 - 38องศาเซลเซียส) รอจนครบ 24ชั่วโมง



รูปที่ 3.11ปรับอุณหภูมิที่อยู่ในช่วงที่ต้องการ

8) เมื่อครบ 24ชั่วโมงแล้วปิดสวิตช์ ถอดปลั๊กออก เปิดฝาเพื่อที่จะตักครีมที่ลอยอยู่บนน้ำมันมะพร้าวออกก่อนที่จะถ่ายน้ำมันมะพร้าวออกทางวาล์วถ่ายน้ำมัน

รูปที่ 3.12ตักชั้นโปรตีนที่ลอยอยู่บนออก



รูปที่ 3.13เตรียมตักน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

9) ค่อยๆคลายวาล์วถ่ายน้ำมันออก เรื่อยๆ สังเกตจะมีครีมผสมกับน้ำมันมะพร้าวอยู่บ้าง

10)กรองแยกครีมออกจากน้ำมัน

รูปที่ 3.14น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

11) ตวงด้วยโหลตวงเพื่อบันทึกผลการทดลอง

หมายเหตุ เมื่อมีเหตุขัดข้องหรือกรณีฉุกเฉินสามารถกดปุ่ม Emergency Stop เพื่อหยุดการทำงานของเครื่องได้และสังเกตถ้าไฟสีแดงติด (Stop) แสดงว่าเครื่องไม่ทำงาน

3.3.5 การคำนวณและตัวอย่างการคำนวณ

การหาเปอร์เซ็นปริมาณน้ำมันบริสุทธิ์โดยเปรียบเทียบกับน้ำกะทิสดตั้งต้นโดยใช้สมการดังนี้

$$\frac{\text{น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์}}{\text{น้ำกระทิสดเบื้องต้น}} \times 100\% \qquad (3.1)$$

กำหนดให้

น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (L)

น้ำกะทิเบื้องต้น 5 ลิตร (L) ทุกๆอุณหภูมิทดลอง

การคำนวณ ครั้งที่ 1

ปริมาณน้ำมันบริสุทธิ์โดยเปรียบเทียบกับน้ำกะทิสด $= \frac{1.7L}{5L} \times 100\%$

จะได้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เท่ากับ 34%

การคำนวณ ครั้งที่ 2

ปริมาณน้ำมันบริสุทธิ์โดยเปรียบเทียบกับน้ำกะทิสด $= \frac{1.65L}{5L} \times 100\%$

จะได้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เท่ากับ 33%

การคำนวณ ครั้งที่ 3

ปริมาณน้ำมันบริสุทธิ์โดยเปรียบเทียบกับน้ำกะทิสด $= \frac{1.6L}{5L} \times 100\%$

จะได้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เท่ากับ 32%

การคำนวณ ครั้งที่ 4

ปริมาณน้ำมันบริสุทธิ์โดยเปรียบเทียบกับน้ำกะทิสด$= \frac{1.72L}{5L} \times 100\%$

จะได้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เท่ากับ 34.4%

การคำนวณ ครั้งที่ 6

ปริมาณน้ำมันบริสุทธิ์โดยเปรียบเทียบกับน้ำกะทิสด$= \frac{1.84L}{5L} \times 100\%$

จะได้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เท่ากับ 36.8%

การคำนวณ ครั้งที่ 8

ปริมาณน้ำมันบริสุทธิ์โดยเปรียบเทียบกับน้ำกะทิสด$= \frac{1.7L}{5L} \times 100\%$

จะได้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เท่ากับ 34%

การคำนวณ ครั้งที่ 9

ปริมาณน้ำมันบริสุทธิ์โดยเปรียบเทียบกับน้ำกะทิสด$= \frac{1.75L}{5L} \times 100\%$

จะได้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เท่ากับ 35%

* หมายเหตุครั้งที่ 7 และ 5 ไม่สามารถคำนวณได้เนื่องจากเกิดความผิดพลาดจากการทดลอง

การคำนวณหาค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสภาพแวดล้อมสามารถหาได้จาก

$$\frac{\text{ผลรวมของอุณหภูมิ}}{\text{จำนวนครั้งที่ทำการวัดอุณหภูมิ}} \qquad (3.2)$$

ผลรวมของอุณหภูมิจำนวน 9ครั้งเท่ากับ

$$31.5 + 30.2 + 27.6 + 34.5 + 33 + 32 + 33 + 31 + 31.5 = 243.3$$

$$\text{ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสภาพแวดล้อม} = \frac{243.3}{9} = 31.59$$

3.4 การทดลองหาค่าความหนาแน่น (Density)

3.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1) ประบอกตวงขนาด 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร

2) ตาชั่งดิจิตรอนไฟฟ้า

3.4.2 ขั้นตอนการทดลองหาค่าความหนาแน่น

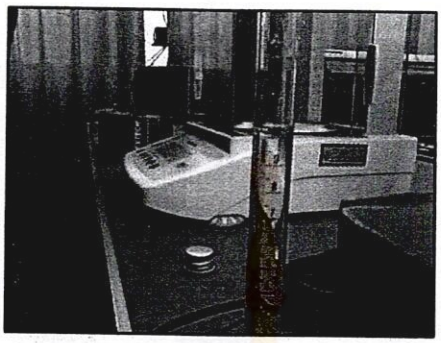
1) เตรียมตาชั่งดิจิตรอนแบบไฟฟ้า ปรับตั้งให้ได้ศูนย์โดยสังเกต ระดับน้ำที่ตัวตาชั่งดิจิตรอน

รูปที่ 3.15 เซ็ทตาชั่งให้ได้ระดับ

2) ทำการชั่งกระบอกตวง 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วปรับตั้งค่าตาชั่งให้เป็นศูนย์

รูปที่ 3.16ปรับตั้งค่าตาชั่งเป็นศูนย์

3) เติมน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ ลงในกระบอกตวงให้มีปริมาตร 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร



รูปที่ 3.17 แสดงระดับน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ภายในกระบอกตวง

4) นำกระบอกตวงที่บรรจุน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์แล้วเข้าชั่งน้ำหนักแล้วบันทึกค่า

รูปที่ 3.18นำกระบอกตวงบรรจุน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ชั่งน้ำหนัก

3.4.3 การสูตรค่าความหนาแน่นและตัวอย่างการคำนวณ

1) สมการหาค่าความหนาแน่น

สมการหาค่าความหนาแน่น (Density)

$$\rho = \frac{m}{V} \qquad (3.3)$$

ρคือความหนาแน่นของวัตถุ (หน่วย กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

mคือมวลรวมของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (หน่วย กรัม)

vคือปริมาตรรวมของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (หน่วย ลูกบาศก์เซนติเมตร)

2) ตัวอย่างการคำนวณที่อุณหภูมิที่ 38 องศาเซลเซียส ทดลองครั้งที่ 2

ค่า m จากการทดลองเท่ากับ8.714 g

ค่า V ที่ได้จากการตวงปริมาตร 10 cc

แทนค่าในสมาการหาค่าความหนืดρจะได้$\frac{8.714}{10}$= 87.14กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

3.5 การทดลองหาค่าความหนืดของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์[33]

วัดค่าความหนืดของน้ำมันโดยทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D445 ใช้เครื่องมือที่เรียก Capillary tube viscometer ทำการควบคุมอุณหภูมิที่ 40 องศาเซลเซียส ในขณะทดลองและปล่อยให้ของเหลวที่มีค่าความหนืดไหลผ่าน รูเล็กๆ ของ Capillary tube viscometer ทำการจับเวลา เป็นวินาทีขณะที่ของเหลวมีปริมาตรตามกำหนดซึ่งไหลผ่านรูเล็กๆ อุปกรณ์การทดลองมีหน่วยวัดเป็น เรดวูล กำหนดว่าน้ำมันที่ทดลองไหลเต็มกระบอกตวงขนาด 50 ซีซีจำนวนเวลาเป็นวินาทีทั้งหมด คือค่าความหนืดเป็นเรดวูด

ในการแปลงค่าความหนืดจาก เรดวูด เป็นค่าความหนืดจลน์ซึ่งมีหน่วยเป็น เซ็นติสโตก (Centistokes) หาได้จากสูตรEmpirical

$$V = 0.260t - \frac{179}{t} \qquad \text{เมื่อ t อยู่ระหว่าง 34-100 วินาที} \qquad (3.4)$$

และ $$V = 0.247t - \frac{50}{t} \qquad \text{เมื่อ t มากกว่า 100 วินาที} \qquad (3.5)$$

ตัวอย่างการคำนวณ ที่อุณหภูมิที่ 38 องศาเซลเซียส ทดลองครั้งที่ 9 โดยค่าจากการทดลองในครั้งนี้มี t มากกว่า 100 วินาที่

เที่ได้จากการทดลองเท่ากับ 5.04 นาทีเท่ากับ 304 วินาที

แทนในสมการหาค่า V จะได้ $0.247(304) - \frac{50}{304} = 74.924$ เซ็นติสโตก(cSt)

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

การทดลองการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีการสกัดเย็นแบบหมักควบคุมอุณหภูมิเนื่องจากจะต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมที่จะได้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ในปริมาณมากที่สุด โดยการให้ความร้อนผ่านฮีทเตอร์บริเวณแกนกลางของถังใบใหญ่ซึ่งจะมีตัวควบคุมอุณหภูมิคุมฮีทเตอร์อีกที่หนึ่ง ซึ่งในการทดลองจะเริ่มทดลองจากอุณหภูมิตั้งแต่ 30 องศาเซลเซียส จนถึงอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสนั้นจะมีค่าอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้องขณะนั้น จากหาค่าเฉลียของอุณหภูมิห้องที่วัดจากห้องทดลองเป็นจำนวน9 ครั้ง ซึ่งวัดขณะเริ่มทำการทดลอง สามารถหาค่าเฉลี่ยได้เท่ากับ 31.6 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงเริ่มการทดลองโดยเริ่มจากอุณหภูมิห้อง และ อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส จากนั้นเพิ่มขึ้นครั้งละ 2 องศาเซลเซียส จนครบที่ 38 องศาเซลเซียส และทดลองซ้ำในช่วงอุณหภูมิที่สนใจ

4.1 ปริมาณน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์และการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้น

จากการดำเนินการทดลองและบันทึกข้อมูลโดยสังเกตปริมาณน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่สกัดได้ในแต่ละครั้งนำมาตวงเปรียบเทียบในแต่ละอุณหภูมิที่ใช้ ซึ่งแม้ว่าเป็นการทดลองที่อุณหภูมิเดียวกันปริมาณของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่ได้ก็ไม่เท่ากัน แต่มีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ความแตกต่างที่เกิดขึ้นนี้อาจเกิดขึ้นมาจากสายพันธ์ พื้นที่ที่เพาะปลูก และค่าคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นที่ได้จากการเปรียบเทียบนั้นมีค่าที่ไม่แตกต่างกันมาก ดังแสดงต่อไปนี้

ตาราง4.1 แสดงผลการทดลองการสกัดน้ำมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีการสกัดเย็นแบบหมักควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ถึง 38 องศาเซลเซียสทดลองภายในภายชนะทรงกระบอกอะลูมิเนียมขนาด 16 ลิตร

ครั้งที่	อุณหภูมิที่ควบคุม (c°)	อุณหภูมิสภาพแวดล้อม (c°)	ปริมาณมะพร้าวตั้งต้น (L)	ปริมาณน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นเทียบกับน้ำกะทิตั้งต้น %	น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นที่ได้ (L)
1	-	32	5	34	1.7
2	32	30.2	5	33	1.65
3	34	27.6	5	32	1.6
4	36	34.5	5	34.4	1.72
5	38	35	5	สรุปไม่ได้	สรุปไม่ได้
6	38	32	5	36.8	1.84
7	36	33	5	สรุปไม่ได้	สรุปไม่ได้
8	36	32	5	34	1.7
9	38	32.5	5	35	1.75

ตาราง4.2 ค่าความหนืดของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ในแต่ละช่วงอุณหภูมิทดลองรวมทั้งค่าของน้ำมันบริสุทธิ์ที่จำหน่ายอยู่ภายในท้องตลาดยี่ห้อปาริสุทธิ์

ช่วงอุณหภูมิที่ทดลอง (c°)	ค่าความหนืด (cSt)
ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ (30 c°)	71.340
32	72.490
34	71.195
36	72.825
36	72.839
38	74.924
38	75.001
น้ำมะพร้าวบริสุทธิ์ที่มีขายตามท้องตลาดยี่ห้อปาริสุทธิ์	74.937

ตาราง4.3 ค่าความหนาแน่นของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิทดลอง และค่าของน้ำมันบริสุทธิ์ที่จำหน่ายอยู่ภายในท้องตลาดยี่ห้อปาริสุทธิ์

ช่วงอุณหภูมิที่ทดลอง(c°)	ค่าความหนาแน่น (g/cm^3)
ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ (30 c°)	88.622
32	87.836
34	87.78
36	88.94
36	88.63
38	87.14
38	87.10
น้ำมะพร้าวบริสุทธิ์ที่มีขายตามท้องตลาดยี่ห้อปาริสุทธิ์	87.12

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินการ

จากการทดลองหาอุณหภูมิที่ใช้ในการหมักน้ำกะทิโดยใช้เวลาในการหมักภายในเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อหาอุณหภูมิควบคุมที่ได้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มากที่สุด ได้ข้อสรุปว่า ที่อุณหภูมิ 38 องศา ได้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์มากที่สุด คือ1840 มิลลิลิตร และ 1750 มิลลิลิตรและพบว่า เมื่ออุณหภูมิในการหมักสูงขึ้น ปริมาณน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่ได้มีค่าสูงขึ้นที่อุณหภูมิ38 องศาเซลเซียส ซึ่งจะมีผลต่อการละลายตัวของปฏิกิริยาอิมัลชั่นมากที่สุดของช่วงอุณหภูมิที่ทดลองทั้งหมด แต่จะได้ค่าน้ำมันมะพร้าวขึ้นลงเล็กน้อยแตกต่างกันไม่มาก เนื่องจากมะพร้าวแต่ละลูก มีไขมันแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับอายุของต้นมะพร้าวและอายุของมะพร้าว ซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ส่วนลักษณะทางกายภาพเบื้องต้น คือ ค่าความหนาแน่น ค่าความหนืด และความใสของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่ได้จากการทดลองเปรียบเทียบกับน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่มีขายในท้องตลาด มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจนและจากการทดลองนี้สามารถนำเอาหลักการนี้ไปเพิ่มผลผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์และรายได้แก่เกษตรกรได้ต่อไปนี้

5.1 ปัญหาในการดำเนินการ

5.2 ข้อเสนอแนะในการดำเนินโครงการ

5.1 ปัญหาในการดำเนินการ

5.1.1 ปัญหาในการควบคุมอุณหภูมิ

5.1.2 ปัญหาในการเลือกใช้วัตถุดิบ

5.1.3 ปัญหาในการตักตวงน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ทำได้ยาก

5.2 ข้อเสนอแนะในการดำเนินโครงการ

5.2.1 ปรับปรุงเครื่องมือในการทดลองโดยควรวางตำแหน่งอุปกรณ์ให้ความร้อนอยู่ด้านล่าง

5.2.2 ควรเลือกใช้มะพร้าวทะลายเดียวกันเพราะค่าความมันจะแตกต่างกันน้อยมาก

บรรณนานุกรม

[1]คมสันอุตรแพทย์. (2545).**เกษตรธรรมชาติ.**(เล่มที่ 2, หน้า 11-17)

[2]**น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์.**[ออนไลน์]. เข้าได้จาก : http: //ranong.doue.go.th/coconut.htm. (วันที่ค้นข้อมูล : 20 สิงหาคม 2555).

[3]สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.(2553). **น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์.**[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :

http://www.google.co.th/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&ved=0CGYQFjAG&url=http%3A%2F%2Fsiweb.dss.go.th%2Frepack%2Ffulltext%2FIR18.pdf&ei=YkLCUP-QEMqxrAeE8oGYBQ&usg=AFQjCNGd7EYcWf2YR__7Puft2VQq_D1-PQ&sig2=UONngkLWSKqAZRVQ3BWS4A. (วันที่ค้นข้อมูล 25 ธันวาคม 2555).

[4]รศ.นฤมลจียโชคและ รศ.ดร.คณิตกฤษณังกูร (2548). **น้ำมันมะพร้าว.**[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.ratchaburi.kmutt.ac.th/abcproject/base/coconut.html (วันที่ค้นข้อมูล : 3 มกราคม 2556).

[5]รศ.เฉลิมยศ อุทยารัตน์ และ นิภาพร สุวรรณโรจน์.(2554). **คู่มือและหลักสูตรการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์แบบบีบเย็นและผลิตภัณฑ์จากน้ำมันมะพร้าว.**คลินิกเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลาโครงการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาและสร้างเสริมอาชีพ.(หน้าที่ 1-3).

[6]ขจรศักดิ์ อินทอง, ภรัณยู ไพรัตน์, สมเกียรติ ไก่แก้ว, (2553).).**การสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีการหมักแบบควบคุมอุณหภูมิ.** สงขลา : ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

[7]ชวลิตพันธุ์เล่ง, ธนาเมฆาวรรณและธีรวัฒน์เจียะจิระวิบูลย์(2554). **การสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีการหมักแบบควบคุมอุณหภูมิ.** สงขลา : ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

[8]**กานดา สาธุวงษ์.การสกัดมันมะพร้าวบริสุทธ์.**[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.vcharkarn.com/varticle/40054. (วันที่ค้นข้อมูล : 22 สิงหาคม 2554).

[9] คมสันหุตะแพทย์. (เมษายน 2545).**การสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีธรรมชาติ.** [ออนไลน์]. เข้าได้จาก : http://www.thaibizcenter.com/KnowledgeCenter.asp?kid=1768. (วันที่ค้นข้อมูล :22 สิงหาคม 2554).

[10]วิชมณี ยืนยงพุทธกาล, สิริมา ชินสาร, นิสานารถ กระแสร์ชล และธีรารัตน์ อิทธิโสภณกุล.(2555). **การพัฒนากระบวนการสกัดน้ำมะพร้าวบริสุทธิ์แบบบีบเย็นและการประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร.**มหาวิทยาลัยบูรพา[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก :http://www.lib.buu.ac.th/buuir/research/?q=node/276. (วันที่ค้นข้อมูล :22 สิงหาคม 2554).

[11] คมสัน อุตรแพทย์. (2548).**เกษตรธรรมชาติ**,(เล่มที่ 2, หน้า 1-46)

[12] พูนศักดิ์ สักกทัตติยกุล. [ออนไลน์]. เข้าได้จาก : http://www.thaigoodview.com (วันที่ค้นข้อมูล :22 สิงหาคม 2554).

[13] **มะพร้าวหัวลิง.**[ออนไลน์]. เข้าได้จาก : http://www.wattano.ac.th. (วันที่ค้นข้อมูล : 22 สิงหาคม 2554).

[14]**พืชน้ำมัน.**[ออนไลน์]. เข้าได้จาก : http://www.rspg.or.th /plants_data/use/oil-6.htm. (วันที่ค้นข้อมูล : 23 สิงหาคม 2554).

[15]**พลอยโพยม.**[ออนไลน์].เข้าได้จาก : http://twssg.blogspot.com. (วันที่ค้นข้อมูล : 23 สิงหาคม 2554).

[16]**มะพร้าวซอ.**[ออนไลน์]. เข้าได้จาก : http://x.thaikids.com. (วันที่ค้นข้อมูล : 23 สิงหาคม 2554).

[17]**มะแพร้ว.**[ออนไลน์].เข้าได้จาก : http://topicstock.pantip.com. (วันที่ค้นข้อมูล : 23 สิงหาคม 2554).

[18]**มะพร้าวสีเหลือง.**[ออนไลน์].เข้าได้จาก : http://www.ohomylife.com. (วันที่ค้นข้อมูล : 23 สิงหาคม 2554).

[19]**มะพร้าวน้ำหอม.**[ออนไลน์]. เข้าได้จาก : http://www.nanagarden.com. (วันที่ค้นข้อมูล : 23 สิงหาคม 2554).

[20]**มะพร้าวนกคุ่ม.**[ออนไลน์]. เข้าได้จาก : http://www.bansuanporpeang.com. (วันที่ค้นข้อมูล : 23 สิงหาคม 2554).

[21] **มะพร้าวไฟ.**[ออนไลน์].เข้าได้จาก : http://shopping.sanook.com. (วันที่ค้นข้อมูล : 23 สิงหาคม 2554).

[22]**มะพร้าวพวง.**[ออนไลน์].เข้าได้จาก : http://www.thaitambon.com. (วันที่ค้นข้อมูล : 23 สิงหาคม 2554).

[23] **มะพร้าวก้นจุก.**[ออนไลน์]. เข้าได้จาก : http://www.diaryclub.com. (วันที่ค้นข้อมูล : 23 สิงหาคม 2554).

[24] **มะพร้าวกะทิ**.[ออนไลน์]. เข้าได้จาก : http://www.thaikasetsart.com. (วันที่ค้นข้อมูล : 23 สิงหาคม 2554).

[25]**มะพร้าวตาล**.[ออนไลน์]. เข้าได้จาก : http://www.taimisc.pukpik.com. (วันที่ค้นข้อมูล : 23 สิงหาคม 2554).

[26] วิไลวรรณทวิชศรี, เสรีอยู่สถิตย์, ปริญดาหรูนหีมและปานหทัยนพชินวงศ์. (2552).**การเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีที่มีอิทธิพลต่อสุขภาพระหว่างมะพร้าวน้ำหอมกับมะพร้าวต้นเตี้ยพันธุ์ต่าง.**ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก :http://www.doa.go.th/hrc/chumphon/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=17:comparison-on-chemical-composition-based-on-health-benefit-of-coconut-endosperm&id=5:coconut-research&Itemid=13. (วันที่ค้นข้อมูล : 1 กุมภาพันธ์ 2556).

[27] บริษัทแนชเจอรัลมายด์.**น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ เพื่อสุขภาพ ความสุข และความงาม.** [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก :http://www.naturalmind.co.th/?ContentID=ContentID-080310182911552. (วันที่ค้นข้อมูล : 1 กุมภาพันธ์ 2556)

[28]มนตรี พิรุณเกษตร.(2542).**การถ่ายเทความร้อน.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์.

[29] สมศักดิ์ ไชยะภินันท์. (2547). **กลศาสาตร์ของไหล.** (หน้าที่ 31-34).พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[30]รศ. ดร.สมชัย อัครทิวา และ ดร.ขวัญจิต วงษ์ชารี. (2549). **เทอร์โมไดนามิกส์.** (หน้าที่ 8-9). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แมคกรอ-ฮิล.

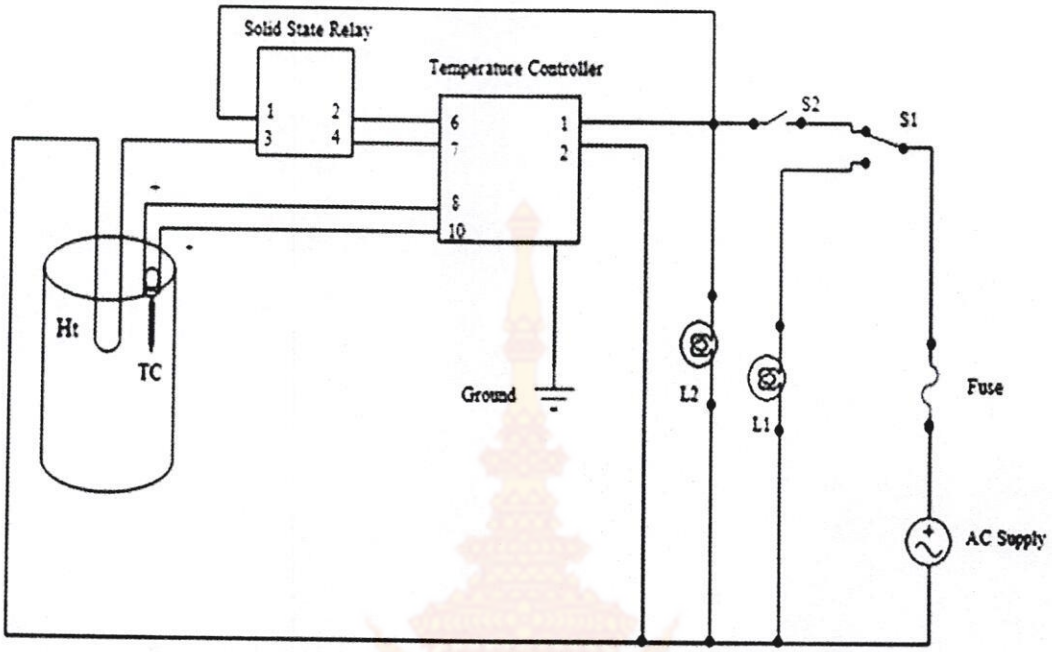
[31]ศ.ดร.นิธิยา รัตนาปนนท์. (2549). **เคมีอาหาร.** (หน้าที่ 39, 75). พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ทุกสาขา.

[32]นิศราฮะเจริญ และเอกพันธ์แก้วมณีชัย.การประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาระดับชาติและนานาชาติครั้งที่ 2. **การเพิ่มความคงตัวต่อความร้อนในการแปรรูปและความคงตัวต่อความเย็นในการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์กะทิสเตอริไรส์.** มหาวิทยาลัยศิลปากร .[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :www2.graduate.su.ac.th/proceedings/NGSC_IGSC/NGSC/.../328.pdf. (วันที่ค้นข้อมูล : 1 กุมภาพันธ์ 2555)

[33] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยวิทยาเขตสงขลา. วิชางานทดลองเครื่องกลหารหาค่าความหนืดของน้ำมันหล่อลื่น

ภาคผนวก ก

วงจรการทำงานของชุดควบคุมอุณหภูมิ



รูปที่ ก.1 วงจรการทำงานชุดควบคุมอุณหภูมิฮีทเตอร์

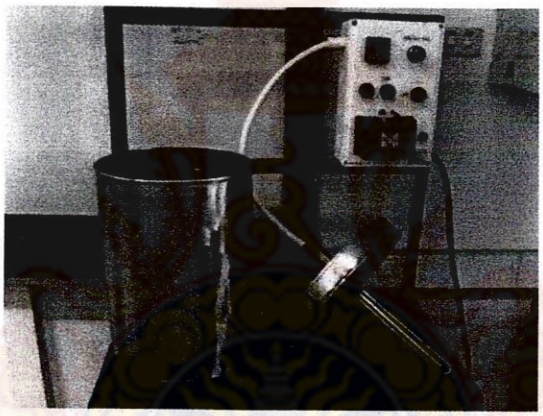
ภาคผนวก ข
ภาพขั้นตอนการทดลอง

รูปที่ ข.1คัดเลือกมะพร้าวที่แก่จัด

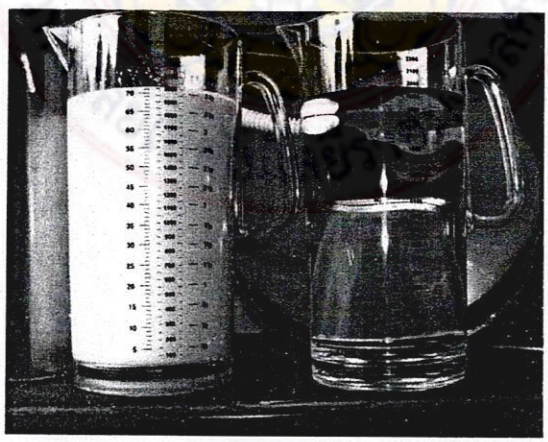
รูปที่ข.2กระเทาะเปลือกก่อนเอาแต่เนื้อมะพร้าว

รูปที่ข.3เครื่องย่อยเนื้อมะพร้าว

รูปที่ข.4เครื่องคั้นกะทิแบบสกรู



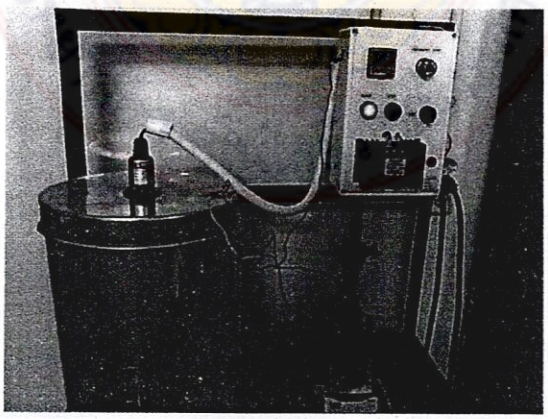
รูปที่ข.5เตรียมเครื่องหมักควบคุมอุณหภูมิ



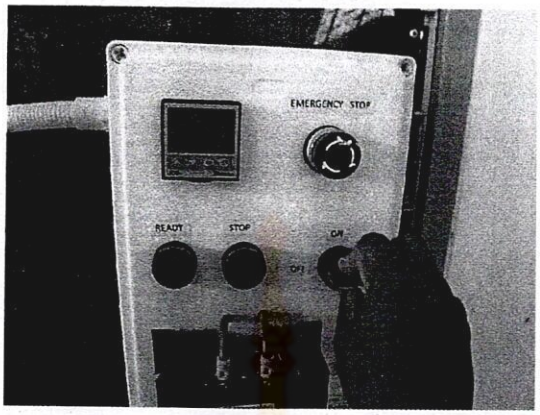
รูปที่ข.6ตวงน้ำกะทิและน้ำสะอาดอัตราส่วน 1:1

รูปที่ข.7ตวงน้ำกะทิใส่เครื่องทดลอง

รูปที่ข.8วัดอุณหภูมิสภาพแวดล้อม



รูปที่ข.9ปรับตั้งอุณหภูมิหมักทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง



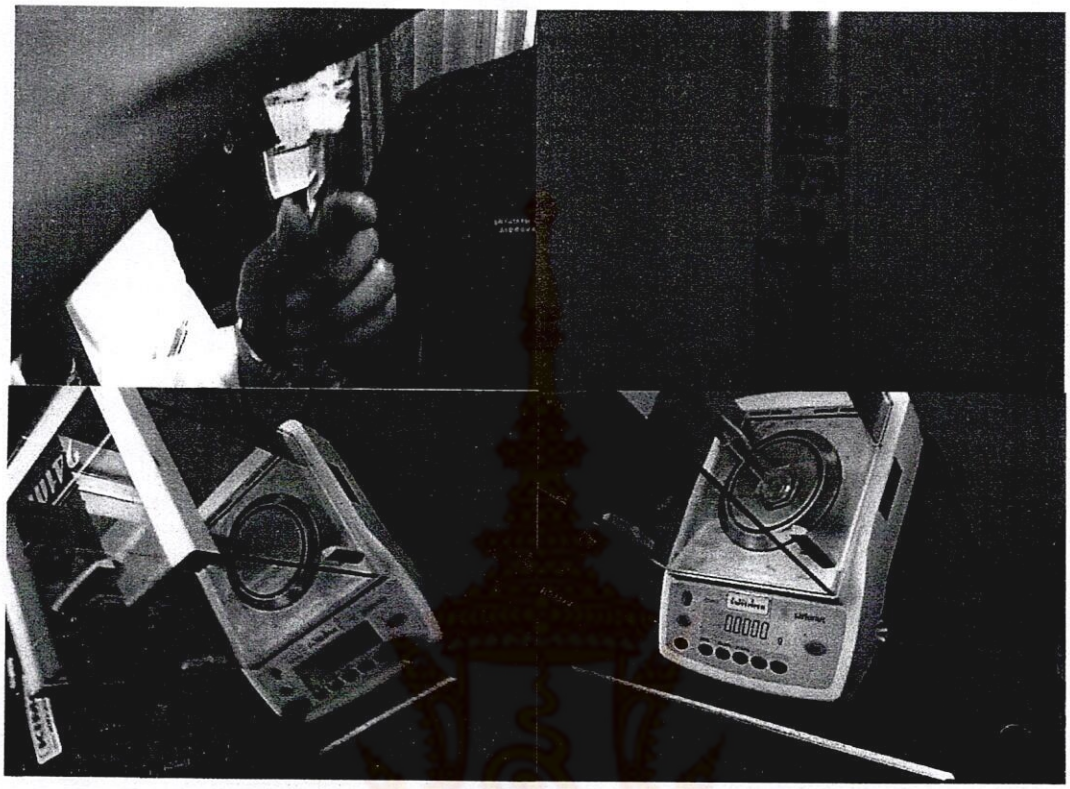
รูปที่ข.10เมื่อครบ 24 ชั่วโมงแล้วปิดสวิตช์ ถอดปลั๊กออก

รูปที่ข.11เปิดฝาเพื่อที่จะตักครีมที่ลอยอยู่บนน้ำมันมะพร้าวออก

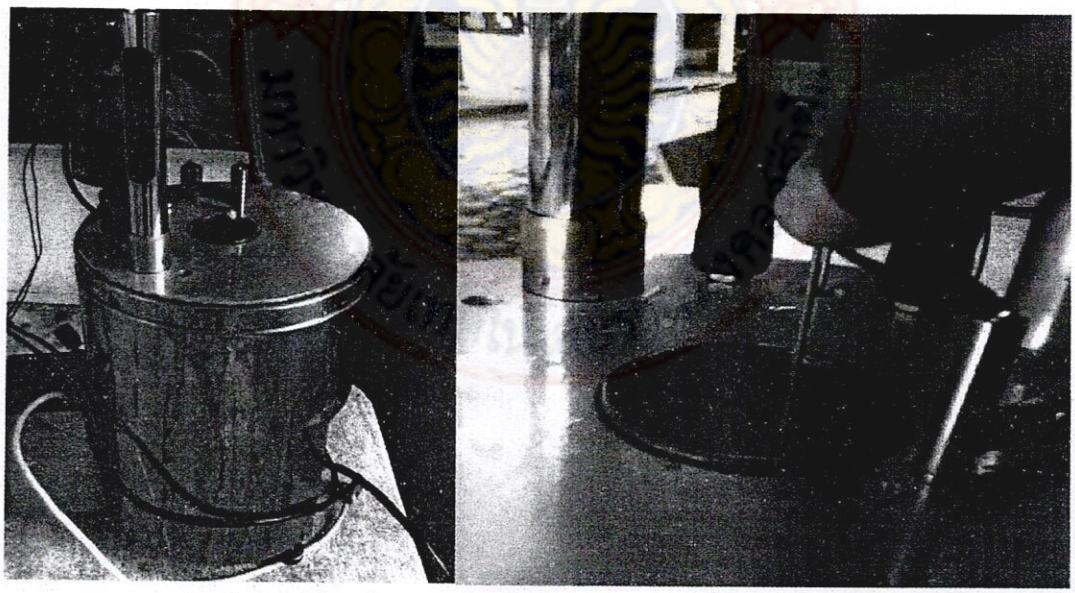
รูปที่ข.12เตรียมผ้าขาวกรองละเอียด

รูปที่ข.13น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่ผ่านการกรอง

รูปที่ข.14บรรจุน้ำมันมะพร้าวในขวดขนาด 90 ซีซี



รูปที่ข.15การทดลองความหนืด



รูปที่ข.16การทดลองหาค่าความหนืดด้วยเครื่องทดลองCapillary Tube Viscometer