



รายงานวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันมะพร้าวจากกากมะพร้าวเหลือทิ้ง

Coconut oil product development from coconut meat residues

คณะผู้วิจัย

ชนิษฐา เจริญลาภ

ปทุมทิพย์ ปราบพาล

กาญจนา ชินสำราญ

ปิยะพร คามภีรภาพพันธ์

โครงการวิจัยทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

งบประมาณเงินรายได้ ปี พ.ศ. 2561

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ



รายงานวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันมะพร้าวจากกากมะพร้าวเหลือทิ้ง

Coconut oil product development from coconut meat residues

คณะผู้วิจัย

ชนิษฐา เจริญลาภ

ปทุมทิพย์ ปราบพาล

กาญจนา ชินสำราญ

ปิยะพร คามภิรภาพพันธ์

โครงการวิจัยทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

งบประมาณเงินรายได้ ปี พ.ศ. 2561

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันมะพร้าวจากกากมะพร้าวเหลือทิ้ง สำเร็จบรรลุตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย โดยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก เงินอุดหนุนการวิจัยงบประมาณเงินรายได้มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ประจำปี 2561 ขอขอบคุณ นางสาวธัญญลักษณ์ ศรีสุข นักศึกษาสาขาวิศวกรรมเคมีสิ่งทอคณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ ผู้ช่วยวิจัย



บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของสารดูดซับที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง สารดูดซับที่ใช้ได้แก่ เกลือโซเดียมคลอไรด์ ถ่านกัมมันต์ และ เบนโทไนด์ ทดลองโดยแปรผันปริมาณสารดูดซับตั้งแต่ร้อยละ 1.0-2.0 (โดยน้ำหนัก) และวิเคราะห์ค่าความชื้น ค่าความข้นหนืด ค่ากรดไขมันอิสระ ค่าเพอร์ออกไซด์ ผลจากการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากกากมะพร้าวเหลือทิ้ง เมื่อใช้ปริมาณสารดูดซับเท่ากันพบว่าถ่านกัมมันต์สามารถค่ากรดได้ดีกว่าเบนโทไนด์ แต่ยังมีค่าเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และเบนโทไนด์สามารถลดความชื้นและปริมาณเปอร์ออกไซด์ในน้ำมันลงได้ดีกว่าถ่านกัมมันต์ โดยปริมาณเปอร์ออกไซด์หลังการปรับสภาพด้วยเบนโทไนด์มีปริมาณเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ส่วนโซเดียมคลอไรด์ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำมัน น้ำมันที่ผ่านการปรับปรุงสามารถนำมาพัฒนาเป็นโลชั่น สบู่ แชมพู และลิปบาล์ม โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์

คำสำคัญ : น้ำมันมะพร้าว กากมะพร้าวเหลือทิ้ง โลชั่น สบู่ ลิปบาล์ม



Abstract

This research aimed to investigate the types and amounts of adsorbent needed to improve the quality of oil from coconut meat residues. Sodium chloride, activated carbon and bentonite at the percentage of 1.0-2.0 were used as the adsorbents and the moisture content, colour, acid value, and peroxide value were analyzed. The results showed that activated carbon adsorbed free fatty acid than bentonite. It also exceeds the standard set by the Thai Office of Industrial Standards. Bentonite can reduce the moisture content and the amount of peroxide in the oil better than activated carbon. The amount of peroxide after bentonite treatment is in accordance with the standards set by the Thai Office of Industrial Standard. Sodium chloride is not suitable for use in improving oil quality. Pretreatment oil can be developed into a solid soap, lotion, soap and lip balm products that meet the quality standards.

Keyword: coconut oil, coconut meat residues, lotion, soap, lipbalm



สัญลักษณ์และคำย่อ

g	=	กรัม
mg	=	มิลลิกรัม
mL	=	มิลลิลิตร
o/w	=	oil in water
w/o	=	water in oil



สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ค
ABSTRACT	จ
สัญลักษณ์และคำย่อ	ช
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญรูป	ฐ
บทที่ 1	1
บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2	3
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 มะพร้าว	4
2.2 น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์	7
2.3 สมบัติทางเคมีของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์	8
2.4 การปรับปรุงคุณภาพน้ำมัน	10
2.5 กระบวนการดูดซับ	13
2.6 ผลผลิตจากน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์	16
บทที่ 3	21
วิธีการดำเนินงาน	21
3.1 วัสดุและอุปกรณ์	21
3.2 วิธีดำเนินการ	22
บทที่ 4	31
ผลและวิจารณ์	31
4.1 การศึกษาและปรับปรุงคุณภาพน้ำมันมะพร้าวจากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้งที่เหมาะสม	31
4.2 การพัฒนาตัวรับไลโซชั่นน้ำมันมะพร้าวจากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง	43
4.3 การทำสบู่จากน้ำมันที่ได้จากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง	48
4.4 การทำลิปบาล์ม	66
บทที่ 5	69
5.1 การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันมะพร้าวจากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง	69

5.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำมันมะพร้าวจากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง	69
เอกสารอ้างอิง	71
ภาคผนวก	73
ภาคผนวก ก	74
การวิเคราะห์ความชื้นในน้ำมัน	74
ภาคผนวก ข	76
การวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสง	76
ภาคผนวก ค	81
การวิเคราะห์ค่ากรดและกรดไขมันอิสระ (AOCS official Method Ca 5a-40,1997)	81
ภาคผนวก ง	85
การวิเคราะห์ค่าเพอร์ออกไซด์ (AOCS official Method Ca 5a-40,1997)	85
ภาคผนวก จ	89
การวิเคราะห์ค่าสะพอนิฟิเคชัน (AOCS official Method Cd 3-25,1997)	89
ภาคผนวก ฉ	90
การทดสอบปริมาณร้อยละไฮดรอกไซด์อิสระโดยน้ำหนัก(คำนวณเป็น NaOH)[9],[12],[15]	90
ภาคผนวก ช	91
การทดสอบปริมาณร้อยละไขมันทั้งหมดโดยน้ำหนัก) [4],[9],[12],[15]	91
ภาคผนวก ซ	93
การทดสอบปริมาณร้อยละคลอไรด์โดยน้ำหนัก(คำนวณเป็น NaCl) [4],[9],[15]	93
ภาคผนวก ฌ	94
การทดสอบปริมาณร้อยละสารที่ไม่ละลายในเอทานอลโดยน้ำหนัก [4],[9],[12],[15]	94
ภาคผนวก	95
หัวหน้าโครงการวิจัย	95
ผู้ร่วมวิจัย	98
ผู้ร่วมวิจัย	100
ผู้ร่วมวิจัย	104

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1.1	สถิติการผลิต	5
ตารางที่ 2.3.1	ส่วนประกอบของกรดไขมันเป็นร้อยละของกรดไขมันทั้งหมดของน้ำมันมะพร้าว	10
ตารางที่ 2.4.1	สารประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่ต้องการในไขมันและน้ำมัน	12
ตารางที่ 3.2.1	สูตรไล่ชั้นจากน้ำมันมะพร้าว	23
ตารางที่ 4.1.1	การทดสอบผลของปริมาณโซเดียมคลอไรด์ต่อปริมาณความชื้นในน้ำมันมะพร้าว	29
ตารางที่ 4.1.2	การทดสอบผลของปริมาณถ่านกัมมันต์และอนุภูมิในการทำปฏิกิริยาต่อปริมาณความชื้นใน น้ำมันมะพร้าว	30
ตารางที่ 4.1.3	การทดสอบผลของปริมาณเบนโทไนด์และอนุภูมิในการทำปฏิกิริยาต่อปริมาณความชื้นใน น้ำมันมะพร้าว	31
ตารางที่ 4.1.4	การทดสอบผลของโซเดียมคลอไรด์ต่อค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของสีในน้ำมันมะพร้าวที่ปริมาณ โซเดียมคลอไรด์ต่างกัน	32
ตารางที่ 4.1.5	การทดสอบผลของปริมาณถ่านกัมมันต์และอนุภูมิต่อค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของสีน้ำมันมะพร้าว	33
ตารางที่ 4.1.6	การทดสอบผลของปริมาณเบนโทไนด์และอนุภูมิต่อค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของสีในน้ำมันมะพร้าว	34
ตารางที่ 4.1.7	การทดสอบผลของปริมาณถ่านกัมมันต์และอนุภูมิต่อค่าเฉลี่ยร้อยละการลดค่ากรดในน้ำมันมะพร้าว	35
ตารางที่ 4.1.8	การทดสอบผลของปริมาณเบนโทไนด์และอนุภูมิต่อค่าเฉลี่ยร้อยละการลดค่ากรดในน้ำมันมะพร้าว	36
ตารางที่ 4.1.9	การทดสอบผลของปริมาณถ่านกัมมันต์และอนุภูมิต่อค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของปริมาณเพอร์ออกไซด์ ในน้ำมันมะพร้าว	37
ตารางที่ 4.1.10	การทดสอบผลของปริมาณเบนโทไนด์ต่อค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันมะพร้าว	38
ตารางที่ 4.1.11	การเปรียบเทียบสมบัติของน้ำมันมะพร้าวก่อนและหลังการปรับปรุง	39
ตารางที่ 4.2.1	สูตรไล่ชั้นที่ความเข้มข้นระหว่างน้ำมันมะพร้าว และน้ำกลั่นต่างกัน	40
ตารางที่ 4.2.2	ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของสูตรไล่ชั้นแต่ละสูตร เมื่อเตรียมเสร็จใหม่ ๆ	41
ตารางที่ 4.2.3	ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของสูตรไล่ชั้น หลังการทดสอบความคงตัวโดยวิธี Freeze and thaw cycle	42
ตารางที่ 4.2.4	การพัฒนาสูตรไล่ชั้นสูตร 2 โดยเติมน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้นต่างกัน	44
ตารางที่ 4.2.5	ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของไล่ชั้น สูตร 2 ที่เติมน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้นต่างกัน เมื่อเตรียมเสร็จใหม่ ๆ	44
ตารางที่ 4.2.6	ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของไล่ชั้น สูตร 2 เมื่อใส่น้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน หลังการทดสอบความคงตัวโดยวิธี Freeze and thaw cycle	45

สารบัญตาราง

ตารางที่ 4.3.1	ค่าสปอนนิฟิเคชันของน้ำมันมะพร้าว	46
ตารางที่ 4.3.2	ผลการศึกษาปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสม สำหรับการทำสบู่ก้อน	48
ตารางที่ 4.3.3	การศึกษาปริมาณของน้ำที่เหมาะสม สำหรับการทำสบู่ก้อน	50
ตารางที่ 4.3.4	ผลการทดสอบสบู่ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสบู่ตัว	51
ตารางที่ 4.3.5	การตุ้नสบู่เหลว โดยใช้ปริมาณโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 17.1 :100 กรัม ที่ เวลาต่างกัน	54
ตารางที่ 4.3.6	การตุ้นสบู่เหลว โดยใช้ปริมาณโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 21.1 :100 กรัม ที่ เวลาต่างกัน	56
ตารางที่ 4.3.7	การตุ้นสบู่เหลว โดยใช้ปริมาณโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 23.1 :100 กรัม ที่ เวลาต่างกัน	57
ตารางที่ 4.3.8	การตุ้นสบู่เหลว โดยใช้ปริมาณโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 25.1 :100 กรัม ที่ เวลาต่างกัน	59
ตารางที่ 4.3.9	การตุ้นสบู่เหลว โดยใช้ปริมาณโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 27.1 :100 กรัม ที่ เวลาต่างกัน	60
ตารางที่ 4.3.10	การศึกษาปริมาณโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสม สำหรับการทำสบู่เหลว	61
ตารางที่ 4.3.11	การทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสบู่เหลว	62
ตารางที่ 4.4.1	อัตราส่วนแคนเดิลล่า แวกซ์ ต่อ น้ำมันมะพร้าว ในการทำลิปบาล์ม จากน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการ ปีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง	63
ตารางที่ 4.4.2	จุดโค้งตัวของลิปบาล์ม เมื่อใช้อัตราส่วนแคนเดิลล่า แวกซ์ ต่อ น้ำมันมะพร้าว	65
ตารางที่ 4.4.3	จุดหลอมตัวของลิปบาล์ม เมื่อใช้อัตราส่วนแคนเดิลล่า แวกซ์ ต่อ น้ำมันมะพร้าว	65

สารบัญรูป

รูปที่ 2.1.1	ลักษณะทั่วไปของผลมะพร้าว	4
รูปที่ 4.1.1	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดความชื้นในน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง	31
รูปที่ 4.1.2	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดสีในน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง	34
รูปที่ 4.1.3	การเปรียบเทียบปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง	36
รูปที่ 4.1.4	การเปรียบเทียบปริมาณเปอร์ออกไซด์ในน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง	38
รูปที่ 4.2.1	ขั้นตอนการเตรียมโลชั่น	40
รูปที่ 4.2.2	ลักษณะของโลชั่นในแต่ละสูตร	43
รูปที่ 4.3.1	ปฏิกิริยาการเกิดสบู่	45
รูปที่ 4.3.2	ขั้นตอนการหาค่าสaponิฟิเคชันของน้ำมันมะพร้าว	46
รูปที่ 4.3.3	ขั้นตอนการทำสบู่แข็ง	47
รูปที่ 4.3.4	ผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนจากน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากกากมะพร้าวเหลือทิ้ง	52
รูปที่ 4.3.5	ขั้นตอนการเตรียมหัวสบู่	53
รูปที่ 4.3.6	การทดสอบการละลายน้ำของหัวสบู่	54
รูปที่ 4.3.7	ผลิตภัณฑ์สบู่เหลว	62
รูปที่ 4.4.1	ส่วนผสมในการทำลิปบาล์ม	63
รูปที่ 4.4.2	สีของลิปบาล์มเมื่อใช้อัตราส่วนแคนเดิลล่าแวกซ์ ต่อน้ำมันมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างกัน	64
รูปที่ 4.4.3	จุดไค่งตัวของลิปบาล์มเมื่อใช้อัตราส่วนแคนเดิลล่าแวกซ์ต่อน้ำมันมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างกัน	65
รูปที่ 4.4.4	ผลิตภัณฑ์ลิปบาล์มจากน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากกากมะพร้าวเหลือทิ้ง	66



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตอำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสาคร ยังคงใช้พื้นที่ทำการเกษตร รูปแบบของเกษตรกรรมเป็นลักษณะที่มีสวนรอบบ้าน มีความหลากหลายของพืชพันธุ์ พบว่าพืชส่วนใหญ่ที่ชุมชนนิยมปลูก ได้แก่ มะพร้าว ส้มโอ ส้มแก้ว และจากการที่ชุมชนปลูกมะพร้าวจำนวนมาก ทำให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรสวนนอก ตำบลบางยี่รงค์ อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งเป็นกลุ่มที่พัฒนาการใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น ได้แก่ มะพร้าว นำมาแปรรูปเป็น น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น โลชั่นทาผิว วิตามินบำรุงผม และสบู่ น้ำมันมะพร้าว ฯลฯ โดยในกระบวนการผลิตจะมีกากเนื้อมะพร้าว (coconut meat residues) ซึ่งเป็นส่วนที่เหลือที่ได้มาจากการกระบวนการคั้นน้ำกะทิและการสกัดน้ำมัน ซึ่งกากมะพร้าวเหลือทิ้งจากวิสาหกิจชุมชนเกษตรสวนนอก และจากชุมชนอื่นๆ โดยรอบ มีการรวบรวมและนำไปบีบอัดอีกครั้งและได้เป็นน้ำมันมะพร้าว มีลักษณะสีเหลือง มีความข้นปนอยู่ค่อนข้างสูงทำให้ชุมชนขายน้ำมันมะพร้าวบีบอัดได้ในราคาที่ต่ำมาก (กิโลกรัมละ 30-40 บาท ขึ้นกับปริมาณความชื้น) การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันโดยทั่วไปประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ หลายขั้นตอน ได้แก่ การกำจัดกัม (degumming) ซึ่งเป็นการกำจัดสารประกอบฟอสโฟไลพิด โดยการเติมกรดฟอสฟอริก หรือกรดซิตริก การแยกกรดไขมันอิสระโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ การฟอกสีโดยกระบวนการดูดซับ และการกำจัดกลิ่นโดยใช้ไอน้ำและอุณหภูมิสูงภายใต้สภาวะสุญญากาศ (García-Moreno et al. 2013; Rubio-Rodríguez et al. 2010) จากการทบทวนเอกสารสารพบว่ากระบวนการดูดซับ (adsorption process) เป็นกระบวนการที่สามารถกำจัดสารปนเปื้อนต่างๆ ในน้ำมันได้ดี (Strieder et al. 2017; Achary et al. 2016; Huang and Sathivel 2010) โดยสารดูดซับที่นิยมใช้คือ ถ่านกัมมันต์ (activated carbon) ดินฟอกสี (bleaching earth) เนื่องจากสารดูดซับเหล่านี้สามารถดูดซับสารปนเปื้อนต่างๆ ในน้ำมัน รวมทั้งสารประกอบฟอสโฟไลพิด และกรดไขมันอิสระ (García-Moreno et al. 2013; Sathivel and Prinyawiwatukul 2004) ได้ในขั้นตอนเดียวกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้ผู้วิจัยสนใจปรับปรุงคุณภาพน้ำมันที่สกัดจากกากมะพร้าวเหลือทิ้ง โดยนำไปผ่านกระบวนการลดความชื้น และลดสี ค่ากรดด้วยกระบวนการดูดซับ เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ง่าย เหมาะสำหรับการใช้งานในชุมชน และนำน้ำมันที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพไปพัฒนาผลิตภัณฑ์บำรุงผิวจากน้ำมันมะพร้าวต่อไป เพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ และสามารถแข่งขันในตลาดได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

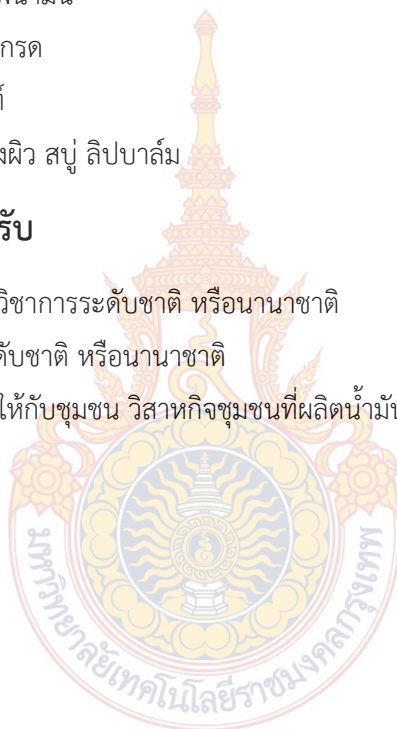
- (1) เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำมันมะพร้าวจากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง
- (2) เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำมันมะพร้าวจากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้งก่อนและหลังการปรับปรุง และเปรียบเทียบกับน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์สกัดเย็น
- (3) เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำมันมะพร้าวจากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้งที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพ

1.3 ขอบเขตของโครงการการวิจัย

- (1) ขอบเขตด้านพื้นที่ ตำบลบางยี่รงค์ อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรปราการ
- (2) การปรับปรุงคุณภาพน้ำมัน ด้วยกระบวนการดูดซับ
- (3) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำมัน
ปริมาณความชื้น ค่ากรด
- (4) การพัฒนาผลิตภัณฑ์
น้ำมันนวด ครีมบำรุงผิว สบู่ ลิปปาล์ม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- (1) นำเสนอในที่ประชุมวิชาการระดับชาติ หรือนานาชาติ
- (2) ตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติ หรือนานาชาติ
- (3) ถ่ายทอดผลการวิจัยให้กับชุมชน วิสาหกิจชุมชนที่ผลิตน้ำมันมะพร้าว



บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

น้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันที่สกัดจากเนื้อมะพร้าว องค์ประกอบทางเคมีและลักษณะที่สำคัญของน้ำมันมะพร้าว คือ มีกรดไขมันสายสั้น และปานกลางสูง (ประมาณ 60-63%) โดยเฉพาะกรดลอริก (lauric acid) กรดไมริสติก (myristic acid) และ กรดปาล์มมิติก (palmitic acid) (Shahidi 2006; María A. García et al. 2004) น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (virgin coconut oil) มีสีเหลืองอ่อนมากจนถึงใสไม่มีสี อยู่ในสภาพของเหลวที่อุณหภูมิสูงกว่า 26 องศาเซลเซียส แต่เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 23 องศาเซลเซียสเล็กน้อย น้ำมันมะพร้าวจะแข็งตัว ทั้งนี้เนื่องจากมีกรดไขมันโมเลกุลสายสั้นอยู่มากถึงร้อยละ 50 และส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันอิ่มตัว (María A. García et al. 2004) การที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) ในปริมาณน้อย (กรดโอเลอิกประมาณร้อยละ 5 และกรดลิโนลิก ร้อยละ 2.5) ทำให้น้ำมันมะพร้าวมีความคงทนต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดี ดังนั้นน้ำมันมะพร้าวมีคุณสมบัติดีกว่าน้ำมันชนิดอื่นในแง่การเกิดกลิ่นหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชันได้น้อยกว่าการเหม็นหืนที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส และปฏิกิริยาการเหม็นหืนที่เกิดจากสารคิโตน (Weiss 1983) ปัจจุบันมีการนำน้ำมันมะพร้าวมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง ทั้งในส่วนของอาหารบริโภค และใช้ในอุตสาหกรรม เช่น เป็นวัตถุดิบในการผลิตสี สบู่ ยารักษาโรค เครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์นม และเนยเทียม น้ำมันหล่อลื่น และน้ำมันนวด เป็นต้น

การปรับสภาพน้ำมันโดยทั่วไป นิยมใช้ physical refining โดยการปรับสภาพน้ำมันให้มีสี กลิ่น รส และกำจัดสารบางชนิดที่เจือปนให้อยู่ในสภาพที่สามารถนำไปใช้ในการบริโภค หรือนำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตสินค้าอื่นต่อไป (Bockisch 1998) มีขั้นตอนที่สำคัญ ได้แก่ การกำจัดกัม (degumming) การฟอกสี (bleaching) การกำจัดไขมันอิสระ (refining) การกำจัดกลิ่น ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีวิธีการแตกต่างกัน จากการทบทวนเอกสารสารพบว่า กระบวนการดูดซับ (adsorption process) เป็นกระบวนการที่สามารถกำจัดสารปนเปื้อนต่างๆ ในน้ำมันได้ดี (Strieder et al. 2017; Aachary et al. 2016; Huang and Sathivel 2010) โดยสารดูดซับที่นิยมใช้คือ ถ่านกัมมันต์ (activated carbon) ดินฟอกสี (bleaching earth) เนื่องจากสารดูดซับเหล่านี้สามารถดูดซับสารปนเปื้อนต่างๆ ในน้ำมัน รวมทั้งสารประกอบฟอสโฟไลปิด และกรดไขมันอิสระ (García-Moreno et al. 2013; Sathivel and Prinyawiwatukul 2004) ได้ในขั้นตอนเดียวกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงปรับปรุงคุณภาพน้ำมันที่สกัดจากกากมะพร้าวเหลือทิ้ง โดยนำไปผ่านกระบวนการลดความชื้น และลดสี ค่ากรดด้วยกระบวนการดูดซับ เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ง่าย เหมาะสำหรับการใช้งานในชุมชน และนำน้ำมันที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพไปพัฒนาผลิตภัณฑ์บำรุงผิวจากน้ำมันมะพร้าวต่อไป

2.1 มะพร้าว

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะพร้าว มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cocos nucifera* Linn. อยู่ในตระกูล Palmae มีระบบรากเป็นรากฝอยมีขนาดเท่าๆ กัน แผ่กระจายออกรอบต้น

ลำต้น มีลำต้นเดียว ไม่แตกแขนง มีรอยแผลจากการหลุดร่วงของใบตลอดลำต้น สามารถคำนวณอายุของต้นมะพร้าวได้จากรอยแผลนี้ คือ ในปีหนึ่งมะพร้าวจะสร้างใบประมาณ 12- 14 ใบ ดังนั้นใน 1 ปี จะมีรอยแผลที่ลำต้น 12 – 14 รอยแผล

ใบ เป็นใบประกอบ ออกอยู่ตามส่วนของลำต้น ประกอบด้วยก้านทาง (rachis) มีขนาดใหญ่และยาว และมีใบย่อย (leaflet) บนก้านทางประมาณ 200 – 250 ใบ

ดอก ออกเป็นช่อชนิดพานิคิล มีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย อยู่ในช่อเดียวกัน ดอกมีกลีบดอก 6 กลีบ สีครีมหรือสีเหลืองนวล ไม่มีก้านดอกย่อยดอกตัวเมียมักมีกลีบดอกหนาและแข็งกว่ากลีบดอกตัวผู้

ผล มะพร้าวเป็นชนิดไฟบรัสดรู๊ป (fibrous drupe) เรียกว่า นัท (nut) มีเปลือก 3 ชั้นคือ

- (1) เปลือกชั้นนอก (epicarp) เป็นเส้นใยที่เหนียวและแข็ง เมื่อแก่อาจมีสีเขียว แดง เหลืองหรือน้ำตาล
- (2) เปลือกชั้นกลาง (mesocarp) มีลักษณะเป็นเส้นใย มีความหนาพอประมาณ
- (3) เปลือกชั้นใน (endocarp) มีลักษณะแข็งหรือที่เรียกกันว่า กะลา (shell)

ถัดจากส่วนเอนโดคาร์ปเข้าไปจะเป็นส่วนเอนโดสเปิร์ม หรือที่เรียกว่าเนื้อมะพร้าว ภายในมะพร้าวจะมีน้ำมะพร้าว ซึ่งเมื่อมะพร้าวแก่เอนโดสเปิร์มก็จะดูดเอาน้ำมะพร้าวไปหมด ขณะที่มะพร้าวยังอ่อน ชั้นเอนโดสเปิร์ม (เนื้อมะพร้าว) มีลักษณะบางและอ่อนนุ่ม ภายในมีน้ำมะพร้าว เหมาะสำหรับรับประทานน้ำและเนื้อ เมื่อมะพร้าวแก่ ซึ่งสังเกตได้จากการที่เปลือกนอกเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ชั้นเอนโดสเปิร์มก็จะหนาและแข็งขึ้นจนในที่สุดมะพร้าวก็หล่นลงจากต้น (รูปที่ 2.1.1)



รูปที่ 2.1.1 ลักษณะทั่วไปของผลมะพร้าว

ที่มา: (Manisha 2016)

มะพร้าวในประเทศไทย (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2559)

มะพร้าว เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากคนไทยรู้จักใช้น้ำมันมะพร้าวในการบริโภคเป็นอาหารทั้งคาวและหวานในชีวิตประจำวัน

อุตสาหกรรมมะพร้าวสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

- (1) ผลิตภัณฑ์แปรรูปเพื่อการบริโภค เช่น อุตสาหกรรมมะพร้าวแห้งอุตสาหกรรมน้ำมันมะพร้าว อุตสาหกรรมกะทิเข้มข้น อุตสาหกรรมมะพร้าวชุตแห้ง อุตสาหกรรมน้ำตาลมะพร้าว
- (2) ผลิตภัณฑ์เพื่ออุตสาหกรรมและอุปโภค เช่น อุตสาหกรรมเส้นใยมะพร้าว อุตสาหกรรมแท่งเพาะชำ อุตสาหกรรมเผาถ่านจากกะลามะพร้าว อุตสาหกรรมแปรรูปมะพร้าว

มะพร้าวสามารถขึ้นได้ในทุกจังหวัดทั่วประเทศ แต่ขึ้นได้ดีในดินที่มีสภาพเป็นกลางหรือเป็นกรดเล็กน้อยคือ (pH ระหว่าง 6-7) ลักษณะดินร่วน หรือร่วนปนทราย มีการระบายน้ำดี มีฝนตกกระจายสม่ำเสมอแทบทุกเดือน อากาศอบอุ่น หรือค่อนข้างร้อน และมีแสงแดดมาก ภาคที่มีการปลูกมะพร้าวมากและปลูกเป็นอาชีพ คือ ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคตะวันตก

พื้นที่ปลูก

ภาคใต้ ได้แก่ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช กระบี่ ตรัง

ภาคกลาง ได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์ สมุทรสงคราม นครปฐม เพชรบุรี ราชบุรี

ภาคตะวันออก ได้แก่ ชลบุรี จันทบุรี ระยอง ตราด ฉะเชิงเทรา

มะพร้าวเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากคนไทยใช้น้ำมันมะพร้าว ในการบริโภคเป็นอาหารทั้งคาวและหวานในชีวิตประจำวัน ซึ่งจากสำนักงานสถิติแห่งชาติสำรวจพบว่า ประชากรไทย 1 คน จะบริโภคน้ำมันมะพร้าวประมาณปีละ 8,273.2 กรัม หรือประมาณ 18 ผล/คน/ปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2559)

ตารางที่ 2.1.1 สถิติการผลิต

	2554	2555	2556	2557
จำนวนผู้ปลูก (ครัวเรือน)	286,829	280,344	273,085	268,984
พื้นที่ให้ผล (ล้านไร่)	1.349	1.332	1.303	1.29
ผลผลิตเฉลี่ย (ไร่/กก)	782	793	775	773
ผลผลิตรวม (ล้านตัน)	1.055	1.056	1.01	1.0

ที่มา: (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2559)

จากตารางจะเห็นว่าประเทศไทยมีผลผลิตของมะพร้าวจำนวนมาก มะพร้าวนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมาย น้ำมันมะพร้าวประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวที่มีความยาวโมเลกุลปานกลาง (medium-chain saturated fatty acid) ที่มีความสำคัญต่อสุขภาพมาก ดังนั้นน้ำมันมะพร้าวที่สกัดจากเนื้อมะพร้าวด้วยวิธีที่ไม่ผ่านความร้อน และไม่ใช้สารเคมีอื่น จึงเป็นที่นิยมกันมากในการดูแลสุขภาพและความงามด้วยวิธีธรรมชาติ ผลที่ได้จากการบริโภค คือ เปลี่ยนเป็นพลังงาน

ได้รวดเร็วและเพิ่มอัตราการเผาผลาญอาหารในร่างกาย ทำให้ไม่มีไขมันสะสมในร่างกาย ลดคอเลสเตอรอลชนิดเลว (LDL) และเพิ่มคอเลสเตอรอลชนิดดี (HDL) ส่งผลให้สุขภาพร่างกายและหัวใจดีขึ้น ผลที่ได้จากการใช้ภายนอกคือน้ำมันมะพร้าวดูดซึมเข้าทางผิวหนังได้ดี นิยมใช้ขนาดตัวฟ่อนคลาย รักษาความชุ่มชื้นให้แก่เซลล์ผิวหนัง ทำให้ผิวเนียนนุ่ม อ่อนวัย ป้องกันการเกิดฝ้าและกระ เมื่อใช้กับเส้นผมจะช่วยปรับสภาพเส้นผม ทำให้เส้นผมดำเป็นเงางาม

2.1.2 กระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าว

การผลิตน้ำมันมะพร้าว โดยทั่วไป มี 3 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมวัตถุดิบ การสกัดน้ำมันดิบ และการทำน้ำมันให้บริสุทธิ์

การเตรียมวัตถุดิบ

เนื้อมะพร้าว หรือกากมะพร้าว ก่อนที่จะนำเครื่องสกัดน้ำมัน ต้องตรวจเช็คปริมาณความชื้นว่ามีมากน้อยเพียงใด ถ้ามีความชื้นเกินกว่าร้อยละ 6 จะต้องผึ่งลม หรืออบแห้งเสียก่อน ความชื้นโดยทั่วไปที่เหมาะสมในการบีบหรืออัดไม่เกินร้อยละ 5 เพราะถ้ามีความชื้นสูงกว่านี้ จะทำให้ได้อัตรส่วนของน้ำมันน้อยลง

การสกัดน้ำมันดิบ

- (1) การสกัดโดยใช้เครื่องบีบอัด (expeller)
- (2) การสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย (solvent extraction)

การสกัดเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าการบีบอัด ตัวทำละลายที่นิยมใช้คือเฮกเซน กรรมวิธีการผลิตโดยใช้ตัวทำละลาย ทำได้หลายวิธี ดังนี้

- แบบแช่ (immersion) เป็นการนำเนื้อมะพร้าวที่ผ่านขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบแช่ในตัวทำละลายเฮกเซน น้ำมันจะถูกสกัดออกมาผสมกับตัวทำละลาย เมื่อแช่ไว้จนครบตามระยะเวลาที่กำหนด จึงใช้ความร้อนให้ตัวทำละลายระเหยออกไป เหลือแต่น้ำมันดิบ
- แบบซึมผ่าน (percolation) ใช้การพ่นตัวทำละลายจนท่วมเนื้อมะพร้าว แล้วปล่อยให้ตามกำหนดเวลาให้ตัวทำละลายซึมเข้าไปในเนื้อมะพร้าว เพื่อสกัดน้ำมันดิบ
- แบบผสมระหว่างการแช่และการซึมผ่าน (percolation immersion) คือการพ่นแล้วทิ้งให้เนื้อมะพร้าวแช่ในตัวทำละลายตามกำหนดเวลา แล้วแยกน้ำมันดิบออกโดยระเหยด้วยความร้อน

- (3) การสกัดโดยใช้เครื่องบีบและตัวทำละลาย

เป็นการสกัดน้ำมันมะพร้าวด้วยเครื่องบีบ แล้วนำกากที่เหลือมาสกัดต่อด้วยตัวทำละลาย ในขั้นตอนนี้จะได้น้ำมันดิบ ซึ่งยังมี กลิ่น รส สี เศษผง กาก ตลอดจนมีสารบางชนิดเจือปน จึงต้องผ่านขั้นตอนการทำน้ำมันให้บริสุทธิ์

การทำน้ำมันให้บริสุทธิ์

การทำน้ำมันให้บริสุทธิ์ (refining) คือการกลั่นน้ำมันดิบโดยใช้วิธีทางเคมี เพื่อปรับสภาพของน้ำมันไม่ให้มีสี กลิ่น รส และกำจัดสารบางประเภทที่เจือปนอยู่ เพื่อให้เหมาะต่อการบริโภค หรือนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสินค้าอื่น มีขั้นตอน ดังนี้

- (1) การกำจัดไขมันอิสระ (refining) ด้วยโซดาไฟ ซึ่งจะแยกน้ำมันที่ปราศจากกรดไขมันอิสระออกมา ส่วนหนึ่งจะได้เป็นสบู่ (soap) ส่วนที่เป็นสบู่จะมีสิ่งสกปรกหรือสารบางอย่างเจือปนอยู่ในน้ำมันดิบปะปนออกมาด้วย ดังนั้นน้ำมันที่ได้จะสะอาด และไม่มีกรด
- (2) การฟอกสี (bleaching) โดยใช้ผงฟอกสี (fuller's earth) และผงถ่านกัมมันต์ (activated carbon) เป็นตัวฟอก แล้วนำไปกรอง
- (3) การกำจัดกลิ่น (deodorization) โดยการกลั่นด้วยไอน้ำภายใต้สุญญากาศ อุณหภูมิ 140-230 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 5-12 ชั่วโมง จะได้น้ำมันบริสุทธิ์ออกมา

2.2 น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับมะพร้าว มีสรรพคุณในการใช้ทาผิว ชะลอการเหี่ยวย่น ป้องกันแสงแดด และบำรุงสุขภาพผิวให้ชุ่มชื้น

น้ำมันมะพร้าว ประกอบด้วย ธาตุ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) มาเกาะรวมกัน เรียกว่า กรดไขมัน (fatty acids) กรดไขมันเมื่อรวมกับกลีเซอรอล (glycerol) จะได้เป็นกลีเซอไรด์ (glyceride) น้ำมันมะพร้าว ประกอบด้วยไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) เป็นส่วนมาก และมีโมโนกลีเซอไรด์ (monoglyceride) และไดกลีเซอไรด์ (diglyceride) เพียงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับไขมันและน้ำมันชนิดอื่น น้ำมันมะพร้าวมีเปอร์เซ็นต์กลีเซอรอลสูงกว่าร้อยละ 13.5 - 15 ส่วนน้ำมันชนิดอื่น มีกลีเซอรอลร้อยละ 9-11

การผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

การผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ โดยทั่วไป พบว่ามีกระบวนการผลิต 3 วิธี หลัก ๆ ดังนี้

- (1) กระบวนการเหวี่ยงแยก (centrifuge process) เป็นวิธีที่อาศัยความหนาแน่นที่แตกต่างระหว่างน้ำมัน น้ำ และตะกอน การเหวี่ยงแยก เป็นการแยกน้ำมันที่ใช้ระยะเวลาสั้น และรักษาคุณภาพของน้ำมันมะพร้าวได้ดี นิยมใช้เป็นน้ำมันสำหรับบริโภค
- (2) กระบวนการบีบเย็น (cold press pressure) เป็นการแยกน้ำมันออกจากเนื้อมะพร้าวที่อบแห้งจนเหลือความชื้นประมาณร้อยละ 5 นำมาเข้าเครื่องบีบ น้ำมันที่ได้จะมีตะกอนปนออกมากับน้ำมันด้วย ต้องตั้งทิ้งไว้ หรือกรองให้ใสก่อนนำน้ำมันไปใช้
- (3) กระบวนการหมัก (fermentation process) หรือการสกัดเย็น (cold press coconut oil) หรือเรียกว่าน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ ได้จากการคั้นกะทิสด ผสมน้ำต้มสุกหรือผสมน้ำมะพร้าว หมักจนเกิดการแยกตัวเป็น 3 ชั้น ชั้นบนสุด เรียกว่าครีม เป็นส่วนของโปรตีนมีสีขาว ชั้นกลางเป็นส่วนน้ำมันมะพร้าว ชั้นล่างเป็นส่วนของน้ำที่เกิดจากการหมัก ส่วนของน้ำมันที่ได้ประมาณ 15-20% จากปริมาตรของน้ำกะทิเริ่มต้น มีกลิ่นหอมอ่อนๆ มีรสชาติเหมือนมะพร้าวอ่อน สามารถเก็บได้นานเป็นปี โดยไม่ต้องใส่ตู้เย็น จะไม่เกิดการบูดหรือเหม็นหืน เนื่องจากสารโทโคเฟอร์รอล (tocopherol) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิตามินอี ที่ป้องกันการเติมออกซิเจน (antioxidant) น้ำมันนี้จะแข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส

ขั้นตอนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ ด้วยกระบวนการสกัดเย็น

- (1) นำมะพร้าวสดไปขูด แล้วคั้นกะทิ
- (2) นำหัวกะทิใส่ในภาชนะ (ขวดโหลแก้วหรือถังพลาสติก) เติมน้ำสุกที่ต้มเย็นแล้ว หรือใช้น้ำมันมะพร้าว ในปริมาณที่เท่ากัน หรืออัตราส่วน 1:1 แล้วปิดภาชนะด้วยผ้าสะอาด
- (3) เมื่อหมัก ได้ 7 ชั่วโมง จะเกิดการแยกชั้นระหว่างกะทิกับน้ำหมักอย่างชัดเจน
- (4) เมื่อหมักได้ 10 ชั่วโมง จะเห็นน้ำมันแยกออกจากกะทิ อยู่ในรอยต่อระหว่างกะทิกับน้ำหมัก จากนั้นใช้สายยางดูดสารที่เป็นน้ำหมักออก ซึ่งสามารถนำไปผสมเป็นปุ๋ยใช้รดน้ำต้นไม้
- (5) ปลอ่ยให้น้ำมันจับตัวแยกออกจากกะทิ ซึ่งขณะนี้เรียกว่าครีม อีก 14 ชั่วโมง แล้วแยกกรองส่วนที่เป็นน้ำมันออก
- (6) หากการกรองยังไม่ได้น้ำมันที่ใสพอ ให้วางน้ำมันที่กรองแล้วทิ้งไว้อีก 7 วัน แล้วกรองใหม่ หรือกรองซ้ำทันทีด้วยวัสดุกรองที่ละเอียดมากขึ้น น้ำมันที่กรองได้ควรใส ไม่มีสี
- (7) ส่วนของครีมที่เหลือในขวด และที่ติดบนผ้ากรองให้นำไปผลิตครีมขัดผิว หรือนำไปใช้ประโยชน์ตามต้องการ

น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น อาจปรับแต่งกลิ่นได้โดยวิธีการง่ายๆ ดังนี้

- (1) นำขวดที่จะบรรจุไปอบวัสดุที่ให้กลิ่นที่ต้องการก่อนจะนำไปบรรจุ
- (2) เติมน้ำต้มสุกให้มีกลิ่นหอมจากดอกไม้หอม หรือพืชหอม ก่อนนำไปใช้ผสมกับหัวกะทิ
- (3) นำดอกไม้หอมที่สะอาดผึ่งในอากาศจนกลีบดอกแห้งสนิท แห้งลงในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ ประมาณ 2 วัน แล้วกรองออก จะได้น้ำมันที่มีกลิ่นหอมอ่อนๆ

2.3 สมบัติทางเคมีของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

น้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันที่ได้จากธรรมชาติ ปราศจากสารเคมีสังเคราะห์ใดๆ เจือปน โดยเฉพาะสารกำจัดศัตรูพืช ซึ่งมักพบการเจือปนในน้ำมันชนิดอื่นๆ สามารถใช้น้ำมันมะพร้าวในสภาพที่สกัดได้จากธรรมชาติทันที โดยไม่ต้องทำให้บริสุทธิ์ ฟอกสี และกำจัดกลิ่น น้ำมันมะพร้าว มีคุณสมบัติเด่นที่ไม่พบในน้ำมันพืชอื่น ดังนี้

- (1) เป็นกรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid)

น้ำมันมะพร้าว ประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัว ประมาณร้อยละ 92 ของธาตุคาร์บอนจับกันด้วยพันธะเดี่ยว ไม่เปิดโอกาสให้ไฮโดรเจนและออกซิเจนแทรก น้ำมันมะพร้าวจึงอิ่มตัว ส่วนที่เหลือประมาณร้อยละ 8 เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว

- (2) เป็นกรดไขมันขนาดกลาง

น้ำมันมะพร้าวมีองค์ประกอบส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 62.5 เป็นกรดไขมันขนาดกลาง (medium chain fatty acids – MCFAs) ซึ่งข้อดีของกรดไขมันขนาดกลางคือ จะเปลี่ยนเป็นพลังงานอย่างรวดเร็ว น้ำมันมะพร้าวถูกดูดซึมและเคลื่อนย้ายอย่างรวดเร็วเมื่อบริโภคเข้าไป จะผ่านกระเพาะไปยังลำไส้ เข้าไปในกระแสเลือด แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานที่ติดอย่างรวดเร็ว ทำให้ไม่เกิดไขมันสะสมในร่างกาย

(3) มีสารฆ่าเชื้อโรค

น้ำมันมีกรดลอริกสูง เมื่อบริโภคเข้าไปในร่างกายจะเปลี่ยนเป็นโมโนกลีเซอไรด์ ชื่อโมโนลอรีน ที่ช่วยสร้างภูมิคุ้มกัน และมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค นอกจากนี้ น้ำมันมะพร้าวยังมีกรดไขมันขนาดกลางอีก 2 ชนิด คือ กรดคาพริก (capric acid; C-10, 7%) และกรดคาพริลิก (caprylic acid; C-8, 8%) ที่มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรคได้เช่นกัน

(4) มีสารต้านอนุมูลอิสระ

น้ำมันมะพร้าวมีสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) หลายประเภท ที่มีประสิทธิภาพสูงและในปริมาณมาก สารเหล่านี้ทำหน้าที่ต้านการเติมออกซิเจน (oxidation) ที่เป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระ (free radicals) ซึ่งเป็นโมเลกุลที่เปลี่ยนสภาพเพราะสูญเสียอิเล็กตรอน เป็นโมเลกุลที่ไม่เสถียร อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น ไปลดสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกาย ทำให้เกิดผลเสียต่อเซลล์และเนื้อเยื่อ

ชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระที่มีในน้ำมันมะพร้าว

- วิตามินอี น้ำมันมะพร้าวมีวิตามินอี ทั้งในรูป tocopherol (1.1 mg/100g) และ tocotrienol (3.1 mg/100g) วิตามินอีเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพ โดย tocopherol มีประสิทธิภาพสูงกว่า tocotrienol
- สารฟีนอล (phenolic compounds) น้ำมันมะพร้าวที่สกัดโดยวิธีอุตสาหกรรม มีสารฟีนอล 91 ± 11 mg/g ในขณะที่น้ำมันมะพร้าวที่สกัดโดยวิธีพื้นบ้านมีสารฟีนอล 618 ± 46 mg/g (Seneviratne and Dissanayake, 2008)
- สารไฟโทสเตอรอล (phytosterols) น้ำมันมะพร้าวมีสารไฟโทสเตอรอล ประมาณ 400-1200 mg/g ประกอบด้วย campesterol stigmasterol beta-sitosterol และ delta-5-avenasterol ทำหน้าที่ต่อต้านการเติมออกซิเจน

น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่ได้จากกระบวนการหมัก มีคุณสมบัติบางประการสอดคล้องกับที่กำหนดไว้โดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 57 พ.ศ. 2524 เรื่องน้ำมันมะพร้าว ข้อ 3 (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข 2556) เช่น

(1) ค่าของกรด (acid value) เป็นค่ากรดที่เกิดจากน้ำมันทำปฏิกิริยากับน้ำ หรือความชื้น ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่บ่งบอกถึงการเกิดกลิ่นหืนของน้ำมันมะพร้าว ค่ากรดที่ยอมรับได้ จะเป็นจำนวนที่ทำปฏิกิริยาสมมูลพอดี กับ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ไม่เกิน 4.0 มิลลิกรัมต่อน้ำมัน 1 กรัม

(2) ค่าเปอร์ออกไซด์ (peroxide value) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมัน ซึ่งมีผลทำให้รสชาติเปลี่ยนและมีกลิ่นหืน ค่าเปอร์ออกไซด์ที่ยอมรับได้ต้องไม่เกิน 10.0 มิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ ต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม

(3) องค์ประกอบร้อยละของกรดไขมัน ตามประกาศของกระทรวง น้ำมันมะพร้าวจะต้องประกอบด้วย กรดไขมันอิ่มตัวชนิดต่างๆ รวมกันเป็นปริมาณมากกว่าร้อยละ 90 โดยเป็นกรดลอริก มากที่สุดคือร้อยละ 41-56

ตารางที่ 2.3.1 ส่วนประกอบของกรดไขมันเป็นร้อยละของกรดไขมันทั้งหมดของน้ำมันมะพร้าว

กรดไขมันอิสระ	ส่วนประกอบเป็นร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด
กรดคาโปรอิก (caproic acid)	ไม่เกิน 1.2
กรดคาพริลิก (caprylic acid)	3.4 - 15
กรดคาพริก (capric acid)	3.2 - 15
กรดลอริก (lauric acid)	41 - 56
กรดไมริสติก (myristic acid)	13 - 23
กรดพาล์มมิติก (palmitic acid)	4.2 - 12
กรดสเตียริก (stearic acid)	1.0 - 4.7
กรดโอเลอิก (oleic acid)	3.4 - 12
กรดไลโนลลิก (linoleic acid)	0.9 - 3.7

น้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันจากพืชชนิดเดียวในโลกที่มีกรดลอริกในปริมาณสูงมาก ประมาณร้อยละ 41 - 56 และกรดลอริกนี้เองที่ทำให้ น้ำมันมะพร้าวมีคุณสมบัติพิเศษในการเสริมสุขภาพและความงามของมนุษย์

(4) มีค่าสaponification (saponification value) ระหว่าง 248 - 265 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ต่อน้ำมัน 1 กรัม

(5) มีค่าไอโอดีนแบบวิจส์ (iodine value, Wijs) ระหว่าง 6-11

(6) มีสารที่สaponify ไม่ได้ (unsaponification matter) ไม่เกินร้อยละ 1.5 ของน้ำหนัก

(7) มีสิ่งที่ระเหยได้ (volatile matter) ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก

(8) มีปริมาณสบู่ (soap content) ไม่เกินร้อยละ 0.005 ของน้ำหนัก

(9) มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะสำหรับน้ำมันมะพร้าว

(10) มีสิ่งอื่นที่ไม่ละลาย (insoluble impurities) ไม่เกินร้อยละ 0.05 ของน้ำหนัก

(11) ไม่มีกลิ่นหืน

(12) ไม่มีน้ำมันแร่

2.4 การปรับปรุงคุณภาพน้ำมัน

การเหม็นหืน (rancidity) ของน้ำมันโดยทั่วไป เกิดจาก 3 สาเหตุ คือ ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (hydrolysis rancidity) ปฏิกิริยาเกิดสารคีโตน (ketonic หรือ perfume rancidity) และปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidative rancidity)

(1) การเหม็นหืนที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

สามารถเกิดได้เองตามธรรมชาติ ระหว่างไตรกลีเซอไรด์และน้ำ ได้เป็นกลีเซอรอลและไขมันอิสระ ปฏิกิริยานี้เกิดได้เร็วขึ้นเมื่อมีเอนไซม์ไลเปสอยู่ด้วย (Weiss, 1970) กรดไขมันที่เกิดขึ้นมีกลิ่นเฉพาะตัว เช่นกรดบิวไทริกมีกลิ่นหืน กรดคาโปรอิกมีกลิ่นสบาดแพะ กรดไมริสติก (myristic acid) มีกลิ่นคล้ายสบู่ สำหรับน้ำมันมะพร้าว เมื่อถูกไฮโดรไลส จะมีการสลายสบู่จากกรดไมริสติก เด่นชัดที่สุด (Ohlson, 1976)

น้ำมันมะพร้าวมีขีดจำกัดในการใช้ เพราะการไฮโดรไลซิสเพียงเล็กน้อย ทำให้เกิดกรดไขมันโมเลกุลสั้นๆ ที่ให้กลิ่นรสที่แรงมาก เป็นกลิ่นคล้ายสบู่ โดยจะเกิดอย่างช้าๆ เมื่อมีความชื้น และเร็วมากขึ้นเมื่อมีเอนไซม์ไลเปสอยู่ด้วย (Weiss 1983) ซึ่งเอนไซม์อาจมาจากเนื้อเยื่อของพืช หรือจากจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน เช่น เชื้อรา น้ำมันที่มีการปนเปื้อนของเชื้อราจะมีกรดไขมันอิสระ เพิ่มจากร้อยละ 9 เป็นร้อยละ 43 ขึ้นกับประเภทของเชื้อรา น้ำมันมะพร้าวที่สกัดจากเนื้อมะพร้าวแห้งที่สะอาดและเก็บรักษาถูกวิธี จะมีค่ากรดต่ำ แต่ถ้าใช้น้ำมันมะพร้าวที่สกัดจากเนื้อมะพร้าวที่แห้งไม่สนิท และเก็บรักษาไม่ดี ค่ากรดจะสูงมาก เอนไซม์ไลเปสถูกทำลายโดยการให้ความร้อนตั้งแต่ 60-70 องศาเซลเซียส และจะถูกทำลายเร็วขึ้นที่อุณหภูมิ 90-100 องศาเซลเซียส

(2) การเหม็นหืนที่เกิดจากสารคีโตน

การเหม็นหืนที่เกิดจากสารคีโตนมีสาเหตุจากความชื้นและการปนเปื้อนของเชื้อราพวก *Penicillium* และ *Aspergillus* ที่สามารถย่อยสลายน้ำมันแล้วเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันอิสระ เป็นกรดคีโตนิก และคีโตนตามลำดับ (Greenbank 1939) คีโตนที่ได้มีกลิ่นแตกต่างกันตามชนิดเช่น methyl heptyl ketone มีกลิ่นฉุนแหลม การเหม็นหืนอีกสาเหตุหนึ่งคือ เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน สามารถเกิดเองตามธรรมชาติ โดยออกซิเจนในอากาศทำปฏิกิริยากับกรดไขมันที่ตำแหน่งพันธะคู่ ได้สารประกอบเพอรอกไซด์ซึ่งไม่มีกลิ่น สารประกอบเพอรอกไซด์สามารถสลายตัวได้สารโมเลกุลเล็ก ได้แก่ อัลดีไฮด์ คีโตน ที่มีกลิ่นเหม็นหืน ปฏิกิริยานี้จะเกิดได้เร็วถ้ามีตัวเร่งปฏิกิริยา ได้แก่ โลหะทองแดง เหล็ก และโคบอลต์ แสงและความร้อน

น้ำมันมีสารประกอบที่ให้กลิ่นรสที่ไม่ต้องการ ได้แก่ อัลดีไฮด์ คีโตน แอลกอฮอล์ และกรดไขมันอิสระ ซึ่งมีความเข้มข้นระหว่างระหว่าง 0.1-1.0 สารเหล่านี้จะพบในน้ำมันตามธรรมชาติ หรือถูกสร้างขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาและการขนส่ง

(3) การเหม็นหืนที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน

น้ำมันที่ประกอบด้วย polyunsaturated fatty acid จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศหรือถูกออกซิไดส์ ได้รวดเร็วกว่า monounsaturated fatty acid โดยเฉพาะพันธะคู่ที่อยู่ในรูป conjugate จะไวต่อปฏิกิริยาเคมีมาก ผลของปฏิกิริยาจะได้ hydroperoxide ปฏิกิริยาเกิดแบบลูกโซ่ สารประกอบ hydroperoxide ไม่ให้กลิ่น แต่สารประกอบชนิดนี้ไม่คงตัว จะสลายตัวให้สารประกอบชนิดอื่น เช่น อัลดีไฮด์ คีโตน พอลิเมอร์ และไลโปเพอร์ออกไซด์ ที่ให้กลิ่นหืน ซึ่งสารเหล่านี้เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของน้ำมัน โดยจะให้กลิ่นและรสต่างๆ การเกิดการเหม็นหืนที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันไม่ค่อยพบในน้ำมันมะพร้าว หรือน้ำมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวน้อย ตารางที่ 2.4.1 แสดงสารประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่ต้องการในไขมันและน้ำมัน

ตารางที่ 2.4.1 สารประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่ต้องการในไขมันและน้ำมัน

ส่วนประกอบ	กลิ่นและรสที่ปรากฏ
Cis-3-heptenal	Green taste of soybean oil
2,4-heptadiene	Green taste of soybean oil
2,4-decadienal	Aged soybean oil
vinylamylketone	Aged soybean oil
Trans-2-,cis-6-nonadienol	Aged soybean oil
diacetyl	buttery
2-pentylfuran	Green beans
Cis-4-heptenal	fishy
Trans-2,cis-4,cis-7decatrienal	fishy

ในการกำจัดกลิ่นในน้ำมันคือการกำจัดสารประกอบดังกล่าวข้างต้น รวมทั้งเป็นการกำจัดผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสลายตัวของเพอร์ออกไซด์ (peroxide) ทำให้น้ำมันปราศจากกลิ่นและมีอายุการเก็บรักษายาวนาน น้ำมันที่ผ่านการกำจัดกลิ่นจะมีค่าเพอร์ออกไซด์น้อยมาก หรือแทบจะไม่มีเลย และมีกรดไขมันอิสระไม่เกิน 0.03 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ขั้นตอนการกำจัดกลิ่นอาจทำให้สูญเสียโมโนกลีเซอไรด์ สเตอรอล (sterol) สเตอรอลเอสเทอร์ (sterolester) โทโคฟีรอล (tocopherol) และสารแอนติออกซิแดนต์ (antioxidant) ขั้นตอนการกำจัดกลิ่นยังช่วยกำจัดยาฆ่าแมลง ยาปราบศัตรูพืช และสารที่ให้สีบางชนิด เช่น เบต้าแคโรทีน (β -carotene) ทำให้น้ำมันที่ผ่านการกำจัดกลิ่นมีสีจางลง

กระบวนการกำจัดกลิ่นจะใช้น้ำและอุณหภูมิสูงในสภาวะสุญญากาศ กำจัดสารประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่นที่เป็นสารที่ระเหยได้ง่าย เมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิความดันไอของสารประกอบจะสูงขึ้น ดังนั้นการใช้อุณหภูมิสูง จึงสามารถกำจัดสารประกอบที่ให้กลิ่น เช่น กรดลิโนเลอิก (linoleic acid) มีความดันไอปรอท 32 มิลลิเมตรปรอท ที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส กล่าวคืออัตราการระเหยของกรดลิโนเลอิกจะสูงเป็น 2 เท่าที่ 270 องศาเซลเซียส หรือเวลาที่ใช้ในการระเหยลดลงเป็นเท่าตัว (อุณหภูมิสูงขึ้น 20 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการระเหยสั้นลงเท่าตัว) อุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้ลดปริมาณไอน้ำที่ใช้ในกระบวนการกำจัดกลิ่น เนื่องจากปริมาณไอน้ำแปรผกผันกับความดันไอของสาร ผลของการใช้อุณหภูมิทำให้เกิดการสลายตัวของแคโรทีนอยด์และสารเพอร์ออกไซด์ โดยพบว่าเมื่อใช้อุณหภูมิ 280 องศาเซลเซียส ทำให้แคโรทีนอยด์สลายตัว ส่งผลให้น้ำมันมีสีจางลง แม้ว่าการใช้อุณหภูมิสูงจะก่อให้เกิดผลดี แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปทำให้น้ำมันเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้เกิดสารที่ทำให้เกิดกลิ่นอื่นๆ ตามมา โดยทั่วไปกระบวนการกำจัดกลิ่นมักทำที่อุณหภูมิ 200-275 องศาเซลเซียส การเลือกใช้กระบวนการกำจัดกลิ่นจะต้องพิจารณาจากชนิดของเครื่องมือ ชนิดของน้ำมัน และความต้องการของผลิตภัณฑ์สุดท้าย เช่น น้ำมันมะพร้าวไม่นิยมใช้อุณหภูมิสูงกว่า 240 องศาเซลเซียส เนื่องจากมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ น้ำมันปาล์มใช้อุณหภูมิ 275 องศาเซลเซียส

2.5 กระบวนการดูดซับ

การดูดซับ หรือการดูดซับ เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการสะสมตัวของสาร หรือความเข้มข้นของสารที่บริเวณพื้นผิวหรือระหว่างผิวหน้า (interface) โดยโมเลกุลหรือคอลลอยด์ที่ถูกดูดซับเรียกว่า สารถูกดูดซับ (adsorbate) ส่วนสารที่ทำหน้าที่ดูดซับเรียกว่า สารดูดซับ (adsorbent)

การดูดซับ (adsorption) เป็นกระบวนการกักพอกสารละลายหรือสารแขวนลอยขนาดเล็กซึ่งละลายอยู่ในน้ำให้อยู่บนผิวของสารอีกชนิดหนึ่ง การดูดซับนี้จะเป็นการดูดติดแบบระหว่างสถานะ ต่างๆ ทั้งสามสถานะ คือ ของเหลว แก๊ส และ ของแข็ง ซึ่งมีได้ทั้งแบบ ของเหลว แก๊ส-ของเหลว แก๊ส-ของแข็ง และ ของเหลว-ของแข็ง- โดยในที่นี้จะพิจารณาถึงเฉพาะแบบของเหลว-ของแข็ง (liquid-solid interphase) ในการดูดซับ โมเลกุลของสารละลายหรือสารแขวนลอยจะถูกกำจัดออกจากน้ำ และไปเกาะ ติดอยู่บนตัวดูดซับ โมเลกุลของสารส่วนใหญ่จะเกาะจับอยู่กับผิวภายในโพรงของตัวดูดซับ และมีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่เกาะอยู่ที่ผิวภายนอก การถ่ายเทโมเลกุลจากน้ำไปหาตัวดูดซับเกิดขึ้นได้จนถึงสมดุลจึงหยุด ณ จุดสมดุล ความเข้มข้นของโมเลกุลในน้ำจะเหลือน้อยเพราะโมเลกุลส่วนใหญ่เคลื่อนที่ไปเกาะจับอยู่กับตัวดูดซับ

กลไกการดูดซับแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

- (1) การแพร่ภายนอก (external diffusion) เป็นกลไกที่โมเลกุลของตัวถูกดูดซับเข้าถึงตัวดูดซับ ซึ่งพื้นที่ผิวของตัวดูดซับมีของเหลวห่อหุ้ม โดยโมเลกุลแทรกผ่านชั้นของเหลวถึงผิวหน้าของตัวดูดซับ
- (2) การแพร่ภายใน (internal diffusion) เป็นกลไกซึ่งโมเลกุลของตัวถูกดูดซับแทรกตัวเข้าถึงช่องว่างตัวดูดซับ เพื่อให้เกิดการดูดซับ
- (3) ปฏิกิริยาพื้นผิว (surface reaction) ปฏิกิริยาพื้นผิวเป็นกลไกซึ่งโมเลกุลของตัวถูกดูดซับที่ติดผิวของตัวดูดซับ ซึ่งเป็นกระบวนการที่รวดเร็วมาก เมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการแพร่ ดังนั้นควรคำนึงถึงการต้านทานจากปฏิกิริยาพื้นผิวด้วย

การยึดติดของตัวถูกดูดซับบนพื้นที่ผิวของตัวดูดซับ จะมีแรงยึดเหนี่ยวเกิดขึ้น ซึ่งอาจเป็นแรงยึดเหนี่ยวทางกายภาพ หรือทางเคมี หรือทั้งสองแบบ

2.5.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับ

ความสามารถในการดูดซับของสารดูดซับบนตัวดูดซับ มีความสัมพันธ์กับสมบัติทั้งของสารดูดซับ และตัวดูดซับดังนี้

- (1) ขนาดและพื้นที่ของสารดูดซับ เนื่องจากปฏิกิริยาที่พื้นผิวเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของพื้นที่ผิว ความสามารถในการดูดซับของสารดูดซับจึงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับพื้นที่ผิวจำเพาะ และอัตราการดูดซับเป็นอัตราส่วนผกผันกับขนาดของสารดูดซับ เมื่อสารดูดซับไม่มีรูพรุนอัตราการดูดซับจะเป็นอัตราส่วนผกผันกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสารดูดซับ แต่สำหรับสารดูดซับที่มีรูพรุน อัตราการเคลื่อนที่เข้าสู่พื้นที่ผิวภายในรูพรุนถูกควบคุมโดยขั้นตอนการขนส่งชั้นฟิล์ม ดังนั้นอัตราการดูดซับจึงเป็นอัตราส่วนกับเส้นผ่านศูนย์กลางของสารดูดซับ และในทางตรงข้าม ถ้าการเคลื่อนที่ภายในอนุภาคเป็นตัวควบคุมอัตราการดูดซับ การดูดซับจะเป็นอัตราส่วนผกผันกับเส้นผ่านศูนย์กลางของสารดูดซับ

(2) ลักษณะของสารถูกดูดซับ การดูดซับจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อความสามารถในการละลายน้ำของตัวถูกละลายมีค่าลดลง เนื่องจากในกระบวนการดูดซับ ตัวดูดซับหรือตัวถูกละลายจะถูกดึงออกจากตัวทำละลาย นอกจากนี้ขนาดของโมเลกุลของตัวถูกละลายก็มีผลต่ออัตราการดูดซับ โดยขนาดของโมเลกุลของตัวถูกละลายจะแปรผกผันกับอัตราการดูดซับ กล่าวคือเมื่อน้ำหนักโมเลกุลเพิ่มขึ้น ความสามารถในการดูดซับจะลดลง

(3) พีเอชของสารละลาย มีผลต่อการแตกตัวของไอออน และการละลายของสารต่างๆ ในน้ำ จึงมีผลต่อการดูดซับ โดยทั่วไปการดูดซับของสารอินทรีย์เพิ่มขึ้นเมื่อค่าพีเอชลดลง

(4) อุณหภูมิในระหว่างการดูดซับ มีผลต่ออัตราเร็วและความสามารถในการดูดซับ กล่าวคืออัตราเร็วเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ และลดลงตามการลดของอุณหภูมิ แต่ขีดความสามารถในการดูดซับจะมีค่าลดลงที่อุณหภูมิสูง และมีค่าเพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากการดูดซับเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน (exothermic)

(5) ความปั่นป่วนหรืออัตราเร็วของการเขย่าระหว่างการผลิต อัตราการดูดซับอาจขึ้นกับขั้นตอนการแพร่ผ่านฟิล์ม (film diffusion) และการแพร่เข้าสู่โพรง (pore diffusion) ซึ่งในระบบที่มีความปั่นป่วนต่ำ ฟิล์มของเหลวที่อยู่ล้อมรอบสารดูดซับจะมีความหนามาก ทำให้การเคลื่อนที่ของโมเลกุลเข้าไปหาสารดูดซับยากขึ้น ในทางตรงข้ามถ้ามีความปั่นป่วนสูง ความหนาของชั้นฟิล์มจะลดลง ทำให้โมเลกุลเคลื่อนเข้าสู่สารดูดซับได้เร็วขึ้น

(6) เวลาสัมผัสหรือเวลาในการดูดซับในกระบวนการดูดซับ โดยที่เวลาสัมผัสมีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการดูดซับเพียงช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น ถ้าเวลาสัมผัสเลยจากช่วงนี้ จะไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับต่อไป

2.5.2 ถ่านกัมมันต์

ถ่านกัมมันต์ (activated carbon หรือ activated charcoal) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัตถุดิบธรรมชาติ หรืออินทรีย์วัตถุซึ่งมีคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบหลักมาผ่านกรรมวิธี ก่อกัมมันต์ (activation process) จนได้ผลิตภัณฑ์สีดำ มีโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นรูพรุน มีพื้นที่ผิวสูง มีคุณสมบัติในการดูดซับสารต่างๆ ได้ดี ถ่านกัมมันต์เป็นถ่านที่มีความสามารถในการดูดซับสูง เพราะมีรูพรุนขนาด 18-10,000 อังสตรอม เป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ตามผิวของรูพรุนยังมีอิเล็กตรอนอิสระที่พร้อมจะแลกเปลี่ยนประจุ และยึดเหนี่ยวโมเลกุลของสารต่างๆ ได้อย่างดี ถ่านกัมมันต์เมื่อใช้หมดแล้ว อาจทำให้กลับมามีความสามารถในการดูดซับ กลิ่น และแก๊ส และนำกลับมาใช้ได้ อีก โดยการฟื้นฟูสภาพ (regenerate)

กลไกการทำงานของถ่านกัมมันต์

ถ่านกัมมันต์ กำจัดสารอินทรีย์ในน้ำโดยใช้หลักการดูดซับ (adsorption) และดูดซึม (absorption) การดูดซับจะเป็นการจับกันอย่างหลวมๆ ของสารอินทรีย์และคาร์บอน ที่ผิวนอกของถ่านกัมมันต์ โดยยึดกันด้วยแรงแวนเดอร์วาลส์เป็นชั้นๆ ส่วนกระบวนการดูดซึมนั้นจะอาศัยหลักการแพร่ของแก๊ส หรือสารประกอบเข้าไปในร่างแหรูพรุนภายในเม็ดถ่านซึ่งภายในจะเกิดปฏิกิริยาเคมี หรือเกิดการจับยึดโดยความเป็นร่างแหยึดเหนี่ยวไว้ เช่น โอโซนถูกดูดซึมเข้าไปและถูกคาร์บอนรีดิวซ์เป็นออกซิเจน ซึ่งตัวโอโซนหรือออกซิเจนไม่ได้ไปสร้างหรือถูกจับไว้โดยถ่านกัมมันต์แต่อย่างใด ส่วนกระบวนการดูดซึมอีกประเภทคือการถูกดูดซึมเข้าไปแล้วเกิดปฏิกิริยาที่ย้อนกลับไม่ได้ สร้างพันธะที่หนาแน่นกับคาร์บอนของถ่านกัมมันต์

2.5.3 เบนโทไนต์ (Smart 1999)

เบนโทไนต์เป็นแร่ดิน (clay mineral) ที่มีคุณสมบัติการพองตัวสูง ถูกตั้งชื่อจากสถานที่ ที่มีการขุดขึ้นมาใช้ในเชิงพาณิชย์เป็นครั้งแรก คือที่ ฟอร์ตเบนทอน มลรัฐไวโอมิ่ง สหรัฐอเมริกา (Fort Benton, Wyoming USA)

ในทางธรณีวิทยา แร่เบนโทไนต์ อยู่ในตระกูลของแร่ดิน มีสัดส่วนจำนวนธาตุองค์ประกอบที่แตกต่างกันไปตามแหล่งที่พบ ซึ่งทำให้เกิดลักษณะทางกายภาพและทางเคมีที่ไม่ซ้ำกัน ส่วนใหญ่กำเนิดมาจากภูเขาไฟ ในยุคทางธรณีวิทยายุคที่สาม (ยุคที่ไดโนเสาร์สูญพันธุ์แล้ว คือ ยุคครีตาเซียส (146 ล้านปี ถึง 63 ล้านปีก่อน)) หรืออาจจะเป็นตั้งแต่ยุคที่ไดโนเสาร์ยังมีชีวิตอยู่ คือยุคจูราสสิก (190 ล้านปี ถึง 146 ล้านปีก่อน)

ในทางทรัพยากรธรณี แร่เบนโทไนต์ ประกอบด้วย แร่มอนต์มอริลโลไนท์ (montmorillonite: ซิลิเกตที่มีลักษณะอ่อน และคล้ายดิน) เป็นหลัก ปะปนอยู่ร่วมกับแร่ธาตุต่างๆ เช่น เฟลด์สปาร์ (feldspar) แคลไซต์ (calcite) ซิลิกา (silica) ยิปซัม (gypsum) ฯลฯ แร่มอนต์มอริลโลไนท์ อยู่ในกลุ่มดินสเมคไทต์ (smectite) ซึ่งรวมถึงแร่ที่มีคุณสมบัติการทำงานคล้ายคลึงกัน เช่น ไบเดลไลต์ (beidellite) ซาโปไนต์ (saponite) เฮคโทไรต์ (hectorite)

ลักษณะโครงสร้างพื้นฐานของ แร่มอนต์มอริลโลไนต์ คือมีลักษณะเป็นแผ่นหรือเกล็ด ขนาดเล็กๆ ซ้อนกัน 3 ชั้น มีแผ่นกลางเป็นแผ่นของกลุ่มโมเลกุล อลูมิเนียมไฮดรอกซิลโมเลกุลแปดระนาบ (octahedral aluminum hydroxyl) อยู่ตรงกลางระหว่าง แผ่นของกลุ่มโมเลกุลซิลิคอนออกไซด์ โมเลกุลสี่เหลี่ยมปิรามิด (siliconoxygen tetrahedral) โดยที่อะตอมของอลูมิเนียมบางส่วน จะถูกแทนที่ด้วยอะตอมของแมกนีเซียม หรืออะตอมของธาตุเหล็ก ซึ่งจะช่วยสร้างประจุลบ บนระนาบด้านฐานของโมเลกุลซิลิกา และจะมีการสร้างสมดุลโดยการแลกเปลี่ยนประจุบวกกับแผ่นที่อยู่ติดกัน ในแร่มอนต์มอริลโลไนต์ตามธรรมชาติ ประจุบวกเหล่านี้มักจะเป็นแคลเซียม โซเดียม หรือแมกนีเซียม ขึ้นอยู่กับสภาพดินฟ้าอากาศ และสภาวะแวดล้อมในช่วงเวลาที่ก่อตัว และลักษณะการก่อตัวขึ้นของแร่

ในทางเคมี แร่มอนต์มอริลโลไนต์ สามารถเขียนเป็นสูตรโมเลกุล ได้ดังนี้:



โดยที่ M^+ หมายถึงประจุบวกที่มาแลกเปลี่ยนประจุกัน อาจเป็นได้ทั้ง แคลเซียม หรือ โซเดียม

โครงสร้างทางกายภาพของแร่มอนต์มอริลโลไนต์ คือ กลุ่มของเกล็ดหรือผลึก ที่มีระนาบฐานที่กว้าง แตกต่างกันอยู่ในช่วงความยาวที่ 0.2-2.0 ไมครอน (10-6 เมตร) และความหนาที่ 6-10 ไมครอน ซึ่งในความเป็นจริง ลักษณะและการก่อตัวของผลึก สามารถแตกต่างกันไปได้ ตามการกำเนิด และลักษณะเฉพาะที่ของแหล่งแร่

“ดินเบนโทไนต์” ที่มีการใช้งานมากในอุตสาหกรรม แบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มดังนี้ โซเดียมเบนโทไนต์ แคลเซียมเบนโทไนต์ และแคลเซียม-แมกนีเซียมเบนโทไนต์

โซเดียมเบนโทไนต์เมื่อดูดซับน้ำแล้วสามารถในการพองตัวได้มาก 15-20 เท่าจากปริมาตรเดิม มีสมบัติเป็นตัวหล่อลื่น และป้องกันการแพร่ผ่าน โดยนิยมใช้เป็นหัวเจาะโคลน และใช้ดูดหรือยาแนวขอบเขื่อนทำนบ สำหรับ แคลเซียมและแคลเซียม-แมกนีเซียมเบนโทไนต์ มีความสามารถในการพองตัวได้น้อยกว่าโซเดียมเบนโทไนต์ ดังนั้นจึงนิยมใช้เป็นสารฟอกสี หรือเป็นสารดีเทอร์เจนต์ในการดูดซับน้ำมันจากพืชและสัตว์ นอกจากนี้ยังมีการนำไปดัดแปร

โดยทำปฏิกิริยากับกรดได้แอคติเวเตดเคลย์ (activated clays) สำหรับใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา หรือทำปฏิกิริยากับ โซดาไฟเปลี่ยนจากแคลเซียมเป็นโซเดียมเบนโทไนต์

2.6 ผลิตภัณฑ์จากน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

การผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์โดยวิธีการหมัก สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มจากมะพร้าวชูด กิโลกรัมละ 25-30 บาท เป็นน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ ราคาเฉลี่ย 400-500 บาท โดยใช้มะพร้าวชูด 4-5 กิโลกรัม ผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ได้ประมาณ 1 ลิตร (เฉลิมยศ 2015) น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ใช้บริโภคเพื่อสร้างเสริมสุขภาพ หรือใช้ภายนอก เพื่อรักษาสุขภาพผิวพรรณ เส้นผม หนังศีรษะ หรือนวดตัวในธุรกิจสปา นอกจากนั้นยังสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ สบู่แข็ง สบู่เหลว โลชั่นบำรุงผิว ชีฟิ้งทาปาก ครีมขัดผิว เป็นต้น (Barel, Paye, and Maibach 2014; Harry and Rieger 2000)

ครีมขัดผิว

ครีมที่เหลือจากกระบวนการหมักเป็นส่วนผสมของโปรตีน โยอาหาร และน้ำมัน สามารถทำเป็นผลิตภัณฑ์ ครีมขัดผิว โดยผสมกับเกลือสตุที่บดละเอียดในปริมาณที่เท่ากันปั่นผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนึ่งในน้ำเดือดเพื่อฆ่าเชื้อ 15 นาที จะได้ครีมขัดผิวที่ช่วยในการผลัดเซลล์ ทำให้เซลล์ผิวหนังที่ตายแล้วหลุดลอกออกไป

2.6.1 การผลิตครีมและโลชั่นบำรุงผิว

กระบวนการผลิตครีมและโลชั่นบำรุงผิวมีหลักการง่ายๆ คือ แยกส่วนผสมต่างๆ ในสูตรการผลิตออกจากกัน เป็นสองส่วน คือส่วนของสารที่ละลายน้ำ (water phase) และส่วนที่ละลายในน้ำมันหรือสารที่ไม่ละลายในน้ำ (oil phase) ซึ่งต้องผสมสองส่วนนี้แยกจากกันก่อน และให้ความร้อนกับส่วนของวัฏภาคน้ำ และวัฏภาคน้ำมัน จากนั้นนำทั้งสองส่วนมาผสมกันโดยใช้เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ มิกซ์เซอร์ ในขั้นตอนนี้ อัตราการกวน และอุณหภูมิของส่วนผสม จะมีผลต่อขนาดของเม็ดไขมันที่กระจายตัวในอิมัลชัน รวมทั้งความหนืดและความคงตัวของอิมัลชัน หลังจากการเกิดอิมัลชันอัตราการทำให้ส่วนผสมเย็นตัวลงมีความสำคัญมากต่อเนื้อสัมผัส และความข้นหนืดของครีม ทั้งนี้ขึ้นกับลักษณะการตกผลึกของสารที่มีมวลโมเลกุลสูงบางตัว เช่น ชีฟิ้ง กรดสเตียริก (stearic acid) ซิทิลแอลกอฮอล์ (cetyl alcohol) และกลีเซอริลโมโนสเตียเรต (glyceryl monostearate) จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาอัตราการทำให้เย็น (cooling rate) ที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์แต่ละตัว เนื่องจากสูตรการผลิตแต่ละสูตรจะมีส่วนผสมที่แตกต่างกันไป

เครื่องกวนที่ใช้ในการผลิตครีมกวนผิวนั้นขึ้นกับชนิดของอิมัลชัน สำหรับการเตรียมผลิตภัณฑ์ที่มีความหนืดต่ำ เช่น โลชั่น เครื่อง propeller mixer แบบง่ายๆ ใช้ควบคู่กับ rheostat หรือ varian เพื่อควบคุมอัตราการผสมก็เพียงพอแล้ว ซึ่งอัตราการผสมของเครื่องผสมชนิดนี้มีผลอย่างมากต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้ ถ้าคนเบาหรือช้าเกินไปอิมัลชันจะผสมเข้ากันไม่ดี ถ้าคนด้วยอัตราเร็วและแรงเกินไปจะเกิดฟองอากาศมาก แต่ถ้าต้องการกวนที่แรงขึ้น หรือใช้กับของเหลวที่มีความหนืดปานกลางอาจใช้ turbine type mixer แต่ถ้าของเหลวมีความหนืดสูงมากอาจใช้ ultrasonic mixer, colloid mills หรือ homogenizes ซึ่งเป็นเครื่องผสมที่มีความเหมาะสมมากสำหรับการเตรียมอิมัลชัน เพราะจะได้อิมัลชันที่มีอนุภาคเล็กละเอียด และการกระจายขนาดมีความสม่ำเสมอ ทำให้ได้อิมัลชันเนื้อเนียนน่าใช้ และคงตัวดีขึ้น

ปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของอิมัลชัน

อิมัลชันที่มีความคงตัว หมายถึงอิมัลชันที่มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่เกิดการแยกชั้น หรือเปลี่ยนไปจากเดิม แม้ภายหลังการผลิตนานหลายปี โดยปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของอิมัลชัน มีดังนี้

(1) ตัวทำอิมัลชัน

การเลือกใช้สารชนิดใดเพื่อทำเป็นตัวอิมัลชันต้องคำนึงสมบัติ และปริมาณที่ใช้ เพราะมีผลต่อความแข็งแรงของฟิล์มที่ห่อหุ้มรอบหยดวฏภาคภายใน ซึ่งทำให้อิมัลชันคงตัวอยู่ได้ ถ้าเลือกอย่างไม่เหมาะสม หรือขาดการศึกษาถึงคุณสมบัติของตัวทำอิมัลชัน อาจทำให้อิมัลชันไม่คงสภาพได้

(1.1) ตัวทำอิมัลชัน O/W (น้ำมันในน้ำ) อิมัลชันชนิด O/W ฟิล์มที่เกิดรอบหยดน้ำมันจะต้องมีประจุไฟฟ้า และปริมาณโมเลกุลประจุต้องมากพอ เพื่อให้เกิดการผลักกันของหยดน้ำมันที่ถูกหุ้มไว้ ส่วนที่ไม่มีประจุไฟฟ้าของตัวทำอิมัลชันต้องจับกันด้วยแรงที่มากพอเพื่อให้ฟิล์มเกิดความแข็งแรง แรงที่จับกันนี้ มากน้อยขึ้นกับโครงสร้างส่วนที่ไม่ชอบน้ำ ซึ่งเป็นแกนคาร์บอนอะตอมของกรดไขมัน ถ้าเป็นไขมันอิ่มตัวแบบตรง (saturated straight chain) จะเกิดฟิล์มที่แข็งแรง ได้อิมัลชันที่มีความหนืดสูง และคงตัวดี ถ้าเป็นไขมันไม่อิ่มตัวแบบทรานส์ (trans-unsaturated chain) จะได้อิมัลชันที่ไม่คงสภาพ เพราะแรงจับกันระหว่างโมเลกุลของไขมันเหล่านี้ไม่แข็งแรงพอ และการเรียงตัวไม่ใกล้ชิดหนาแน่นทำให้ฟิล์มไม่คงสภาพ

การละลายของตัวทำอิมัลชันก็มีผลต่อความคงตัวของอิมัลชัน ตัวทำละลายอิมัลชันที่ดีควรละลายได้ทั้งในน้ำ และน้ำมันอย่างสมดุล ถ้าละลายในน้ำมากเกินไป จะทำให้เกิดไมเซลล์ (micelle) ในน้ำ ดังนั้นจะไม่มีกั้นชน (protective film) หุ้มรอบหยดน้ำมัน ซึ่งจะทำให้หยดน้ำมันรวมตัวกัน และอิมัลชันแยกตัวได้ นอกจากนี้ถ้าตัวทำอิมัลชันละลายในน้ำ และน้ำมันได้เท่ากัน ก็ทำให้อิมัลชันไม่คงตัว เพราะจะเกิดไมเซลล์ในแต่ละวฏภาค จึงไม่มีกั้นชนมาหุ้มรอบหยดวฏภาคภายใน

(1.2) ตัวทำอิมัลชัน W/O (น้ำในน้ำมัน) อิมัลชันชนิด W/O ฟิล์มที่เกิดรอบหยดน้ำ ไม่จำเป็นต้องมีประจุไฟฟ้า แต่ตัวทำอิมัลชันจะต้องมีอำนาจในการลดความตึงผิวระหว่างผิวของน้ำล้น้ำมันได้มาก และละลายได้ดีในน้ำมัน จึงจะได้อิมัลชันที่คงสภาพ นอกจากนี้ปริมาณของตัวทำอิมัลชันต้องเพียงพอในการทำให้เกิดฟิล์มหุ้มรอบวฏภาคภายในได้หมด ยิ่งถ้าต้องการให้หยดวฏภาคภายในมีขนาดเล็กยิ่งต้องใช้ตัวทำอิมัลชันที่มีความเข้มข้นสูง โดยทั่วไปถ้าใช้สารลดแรงตึงผิวเป็นตัวทำอิมัลชัน อาจใช้ปริมาณตั้งแต่ร้อยละ 1-10 (นิยมใช้ร้อยละ 2 แต่ไม่เกินร้อยละ 5)

การเพิ่มความคงตัวของอิมัลชัน พบว่าการใช้ตัวทำอิมัลชันหลายชนิดร่วมกันจะทำให้อิมัลชันมีความคงตัวกว่าการใช้ชนิดเดียว เพราะจะสร้างฟิล์มที่หนาแน่นแข็งแรง โดยอาจเกิดจากการเกิดสารเชิงซ้อนหรือการเรียงตัวของโมเลกุลอย่างใกล้ชิดที่ผิวประจัน คู่ตัวทำอิมัลชันอาจเป็นสารลดแรงตึงผิวทั้งคู่ เช่น ทวินส์ (tween) กับสแปน (spands) หรือ โซเดียมสเตียเรต (sodium stearate) กับ โคเลสเตอรอล (cholesterol) หรืออาจใช้ตัวช่วยทำอิมัลชันร่วมกับตัวทำอิมัลชัน เช่น โซเดียมลอริลซัลเฟต (sodium laurylsulfate) กับกลีเซอรอลโมโนสเตียเรต (glyceryl monostearate) เป็นต้น

(2) การตั้งสูตรตำรับ

ส่วนผสมในสารอื่นต้องเหมาะสม และไม่กระทบต่อคุณสมบัติของตัวทำอิมัลชัน สภาวะความเป็นกรด-ด่าง หรือ electrolyte ในตำรับมีผลกระทบต่อความคงสภาพของตัวทำอิมัลชัน นอกจากนี้ตัวทำอิมัลชันชนิดไม่มีประจุบางชนิดอาจเกิดสารเชิงซ้อนกับสารกันเสียกลุ่มพาราเบน ทำให้อิมัลชันไม่คงตัว และ/หรือทำให้ฤทธิ์ของสารกันเสียลดลง

(3) เทคนิคการผสม

เครื่องมือที่ใช้ผสมมีผลต่อรูปแบบการไหล (flow pattern) ของของเหลว ถ้าเครื่องผสมทำให้เกิดการไหลวน (turbulent flow) จะทำให้การผสมเข้ากันดีที่สุด ส่งผลให้อิมัลชันมีความคงตัวเพราะตัวทำอิมัลชันมีโอกาสสัมผัสกับผิวประจุของน้ำและน้ำมันมากที่สุด นอกจากนี้ความเร็วในการผสมก็มีความสำคัญ ถ้าใช้อัตราเร็วสูงเท่ากับเป็นการเพิ่มพลังงานมากขึ้น หยตวัฏภาคภายในเกิดการกระจายตัวละเอียดเล็กมากทำให้อิมัลชันคงตัว

(4) อุณหภูมิที่ใช้ผสมทั้งสองวัฏภาค

ควรมีอุณหภูมิเท่ากัน หรือใกล้เคียงกัน โดยทั่วไปอุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตอิมัลชันอยู่ที่ประมาณ 70-75 องศาเซลเซียส การใช้อุณหภูมิต่ำกว่านี้วัฏภาคน้ำมันอาจจะหลอมเหลวไม่หมด แต่ถ้าสูงเกินไปเช่นสูงกว่า 85 องศาเซลเซียส อาจทำให้ตัวทำอิมัลชันบางชนิดเกิดไฮโดรไลซิส หรือเปลี่ยนสีได้

(5) เวลาที่ใช้ในการผสม

เวลาที่ใช้ในการผสมต้องมากพอที่จะทำให้สารลดแรงตึงผิวที่อยู่ในทั้งสองวัฏภาคอยู่ในสภาพสมดุล ซึ่งจะทำให้อิมัลชันคงตัวมากขึ้น ถ้าใช้เวลาผสมน้อยไปอาจทำให้สารลดแรงตึงผิวเกิดการเคลื่อนย้ายของวัฏภาคหนึ่งไปอีกวัฏภาคหนึ่ง ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพ และความคงตัวของอิมัลชันเปลี่ยนไป

(6) อัตราเร็วในการทำให้เย็นตัว

ถ้าทำให้อิมัลชันเย็นตัวลงเร็วเกินไป จะเกิดการตกผลึกของสารพวกไขแข็ง (waxes) และไขมัน (fats) ทั้งหมด ทำให้อิมัลชันที่ได้เนื้อหยาบและความหนืดเปลี่ยนไป

สิ่งที่ต้องระวังในการผลิตเครื่องสำอาง คือ การทำให้แพ้หรือระคายเคือง ควรหลีกเลี่ยงการใช้วัตถุดิบที่ทำให้เกิดการแพ้ หรือระคายเคือง โดยการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี สารชนิดใดที่ไม่มีข้อมูลต้องตรวจสอบให้แน่ใจก่อน โดยทดสอบการระคายเคืองของสาร (patch test)

2.6.2 ขี้ผึ้งทาปาก

นำรังผึ้งไปตุ๋นให้หลอมละลาย กรองแยกสิ่งสกปรกในขณะร้อน จะได้ขี้ผึ้งสะอาดสีขาวนวลถึงสีเหลือง เติมน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ปริมาณ 6 เท่า โดยน้ำหนักของขี้ผึ้งอุ่นและคนให้เป็นเนื้อเดียวกัน ตั้งทิ้งให้เย็น จะได้ขี้ผึ้งเนื้อละเอียดใช้ทา เพื่อเพิ่มความชุ่มชื้น

2.6.3 สบู่

สบู่คือเกลือของกรดไขมันซึ่งผลิตโดยอาศัยหลักการเกิดปฏิกิริยาสะปอนิฟิเคชัน (saponification) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างด่างและไขมัน (Oluwatoyin 2011) ทำให้เกิดสบู่ซึ่งเป็นของแข็งที่มีลักษณะลื่นและให้ฟองเมื่อละลาย

น้ำ โดยทั่วไปเมื่อใช้น้ำมัน 1 ส่วนผสมกับสารละลายต่างจะได้สบู่ 1.5 ส่วนโดยประมาณ ต่างที่ใช้ในการผลิตสบู่ มี 2 ชนิด คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์หรือโซดาไฟ (NaOH) และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) สบู่ที่ผลิตจากโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นสบู่ก้อนแข็ง และสบู่ที่ผลิตได้จากโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ เป็นสบู่เหลว โดยสมบัติของสบู่จะแตกต่างกันตามชนิดของไขมันที่ใช้ในการผลิต

น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ เป็นน้ำมันชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาผลิตสบู่ เนื่องจากมีลักษณะขาวใส บริสุทธิ์ มีกลิ่นหอมของมะพร้าว มีความหนืดต่ำ และมีส่วนประกอบของวิตามินอี ซึ่งมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ

ขั้นตอนการผลิตสบู่แข็ง

- (1) ละลาย NaOH 52.5 กรัม ในน้ำ 137.5 กรัม ทิ้งไว้ให้เย็นตัวลงเหลือประมาณ 37 องศาเซลเซียส
- (2) ค่อยๆ เทสารละลายต่างลงในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ 305 กรัม ใช้ไม้พายกวนให้เข้ากันและสม่ำเสมอประมาณ 30 นาที สารผสมที่ได้จะค่อนข้างหนืด มีสีขุ่นขาว และเนื้อเนียน เติมน้ำมันหอมระเหยลงไปแล้วกวนต่อจนสบู่จับตัวเหนียวข้นเหมือนนมข้น เทลงพิมพ์ที่เตรียมไว้ ทิ้งไว้ 4-8 ชั่วโมง สบู่จะจับตัวเป็นก้อนแข็ง แกะออกจากพิมพ์ สบู่ที่ได้จะมีค่าพีเอชระหว่าง 9.5 – 10.0 ทิ้งไว้ประมาณ 5 วัน เพื่อให้ค่าพีเอชลดลงเหลือประมาณ 8-9 สบู่แข็งที่ผลิตได้จะมีสีขาวบริสุทธิ์ปราศจากสิ่งปลอมปน

ขั้นตอนการทำสบู่เหลว

- (1) อุ่นน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์บริสุทธิ์ 100 กรัม ให้มีอุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส
- (2) ละลาย KOH 25.44 กรัม ในน้ำ 100 กรัม ทิ้งไว้ให้เย็นตัวลงเหลือประมาณ 70 องศาเซลเซียส
- (3) ค่อยๆ เทสารละลายต่างลงในน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ กวนผสมให้เข้ากันตุนในน้ำร้อนที่ 70 องศาเซลเซียสจนตลอดเวลาประมาณ 30 – 60 นาที สบู่จะเปลี่ยนจากของเหลวเป็นเหนียวข้นคล้ายแป้งเปียก มีสีขาวขุ่น
- (4) ยกจากหม้อน้ำร้อนเพื่อเติมกลีเซอริน และเอทanol อย่างละ 10 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำจนได้ปริมาตรรวม 350 มิลลิลิตร ตุนในน้ำร้อนและคนต่อไปเรื่อยๆ อีกประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วยกจากหม้อน้ำร้อน และคนต่อไปอีกประมาณ 2 ชั่วโมง จะได้สบู่เหลวที่มีเนื้อใส



บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

รูปแบบการทดลองเป็นการวิจัยเชิงทดลอง (experiment research design) แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 วัสดุและสารเคมี

- | | |
|----------------------|--------------------|
| - น้ำมันมะพร้าว | - เบนทอนไนต์ |
| - ถ่านกัมมันต์ | - โซเดียมคลอไรด์ |
| - เซียบัตเตอร์ | - กรดสเตียริก |
| - ซิลิกาแอลกอฮอล์ | - ซิลิโคนออยล์ 350 |
| - ไอโซโพรพิลไมริสเตท | - ทวิน 20 |
| - กลีเซอริน | - ฟรีเซิร์ฟ ซีจี10 |
| - น้ำมันหอมระเหย | - หัวน้ำหอม |
| - น้ำกลั่น | - บีส์แวกซ์ |
| - สมุนไพร | |

3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

- เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ ยี่ห้อ VELP รุ่น OV5 Package
- เครื่องชั่งน้ำหนักที่มีความละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ METTLER TOLEDO รุ่น XS204
- เครื่องกวนสารละลายด้วยแท่งแม่เหล็ก ยี่ห้อ IKA รุ่น C-MAG HS7
- เครื่องอบลมร้อน ยี่ห้อ Binder รุ่น FD115
- เครื่องกรองสุญญากาศ ยี่ห้อ PYREX รุ่น STOPPER No.9
- เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง Dual Beam UV-Visible Spectrophotometer ยี่ห้อ PG instrument รุ่น T110
- เครื่องชั่งวิเคราะห์ความชื้น Moisture analyzer รุ่น MX-50 ยี่ห้อ AND
- อุปกรณ์เครื่องแก้ว

3.2 วิธีดำเนินการ

3.2.1 การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันมะพร้าวจากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง

3.2.1 ขั้นตอนที่ การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันมะพร้าวจากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง 1

(1) การลดความชื้นในน้ำมันมะพร้าว ชั่งน้ำมันมะพร้าวใส่บีกเกอร์ 30 กรัม และชั่งโซเดียมคลอไรด์ (ที่ผ่านการอบ 100 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง) ปริมาณ 0-15 กรัม โดยน้ำหนัก แช่ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง ปิดปากบีกเกอร์ด้วยฟิล์มยืด (plastic wrap) กรองน้ำมันออกจากเกลือ นำน้ำมันมะพร้าวไปวิเคราะห์ปริมาณความชื้น และค่าการดูดกลืนแสง

(2) การลดค่ากรดด้วยตัวดูดซับ (ถ่านกัมมันต์ และเบนทอนไนต์) โดยนำน้ำมัน 300 กรัม คนตลอดเวลา 30 นาที เติมตัวดูดซับแต่ละชนิด โดยแปรผันปริมาณของตัวดูดซับ (อัตราส่วนของตัวดูดซับต่อน้ำหนักน้ำมัน 1, 1.5, 2 กรัม ต่อน้ำมัน 100 กรัม) และอุณหภูมิ (แบบไม่ให้ความร้อนและให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส) ทั้งให้ตกตะกอน 1 คืน แล้วนำมากรอง นำน้ำมันมาวิเคราะห์ร้อยละความชื้น ค่าการดูดกลืนแสง กรดไขมันอิสระ และค่าเพอร์ออกไซด์

(3) ศึกษาคุณสมบัติของน้ำมันมะพร้าวจากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้งก่อนและหลังการปรับปรุง และเปรียบเทียบกับน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์สกัดเย็น ดังนี้

- วิเคราะห์ปริมาณความชื้น ด้วยเครื่อง Moisture analyzer รุ่น MX-50 ยี่ห้อ AND
- วิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่อง Dual Beam UV-Visible Spectrophotometer ยี่ห้อ PG instrument รุ่น T110
- วิเคราะห์ค่ากรด (AOCS official Method Ca 5a-40, 1997)
- วิเคราะห์ค่าเพอร์ออกไซด์ (AOCS official Method Ca 5a-40, 1997)
- วิเคราะห์ค่าสฟอนิฟิเคชัน (AOCS official Method Cd 3-25, 1997)

3.2.2 การพัฒนาสารโลชั่นน้ำมันมะพร้าวจากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง

(1) การพัฒนาสูตรโลชั่น

คัดเลือกสูตรโลชั่นที่เหมาะสมจากการปรับอัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำมันมะพร้าว และน้ำกลั่น โดยใช้สูตรตามตารางที่ 3.2.1

ตารางที่.3.2 1 สูตรโลชั่นจากน้ำมันมะพร้าว

สารเคมี	สูตร								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
น้ำกลั่น (%)	83	73	63	53	43	33	23	13	3
น้ำมันมะพร้าว (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80
เซียบัตเตอร์ (%)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ซิทิวแอลกอฮอล์ (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ซิลิโคนออยล์ 350 (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ไอโซโพรพิลไมริสเตท (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2
กลีเซอริน (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2
กรดสเตียริก (%)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ทวิน 20 (%)	4	4	4	4	4	4	4	4	4
พรีเซิร์ฟ ซีจี10 (%)	1	1	1	1	1	1	1	1	1

(1.1) การเตรียมโลชั่น

- แยกส่วนประกอบของตำรับออกเป็นวัฏภาคน้ำ (water phase) และ วัฏภาคน้ำมัน (oil phase)
- อุ่นวัฏภาคทั้งสองบนอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ โดยอุณหภูมิของวัฏภาคน้ำ สูง 73-78 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของวัฏภาคน้ำมัน ให้อุณหภูมิสูงถึง 70-75 องศาเซลเซียส (ให้อุณหภูมิวัฏภาคน้ำสูงกว่าวัฏภาคน้ำมัน 2-3 องศาเซลเซียส)
- คอยๆ เทวัฏภาคน้ำลงในวัฏภาคน้ำมัน โดยเทผ่านแท่งแก้วคนให้เป็นสาย พร้อมทั้ง คนเบาๆ ติดต่อกันตลอดเวลา
- กวนด้วยเครื่องโฮมจีไนเซอร์ 1 นาที แล้วคนต่อจนกระทั่งโลชั่นเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง

(1.2) การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีของโลชั่น

- ประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ โดยดูจากลักษณะภายนอกของโลชั่น เมื่อเตรียมเสร็จใหม่ๆ ในเรื่องลักษณะเนื้อโลชั่น สี กลิ่น การแยกชั้น การไหลของโลชั่น และ ความรู้สึกเวลาทา แลบบันทึกลง
- ประเมินคุณสมบัติทางเคมี โดยทดสอบความเป็นกรด – ด่าง โดยใช้ Universal Indicator pH 0-14 แลบบันทึกลง
- ประเมินความคงตัว ด้วยวิธี Freeze and Thaw cycle โดยนำโลชั่นที่เตรียมไวมาใส่ตู้เย็นที่ประมาณ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แลบนำมาใส่ตูบ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ซ้ำกัน ทำอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ อีก 6 cycle บันทึกลงตาราง

คัดเลือกสูตรตำรับโลชั่นที่มีคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี ความคงตัวและให้ความรู้สึกเวลาทาที่ดีที่สุด มาพัฒนาเป็นโลชั่นน้ำมันมะพร้าวจากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้งต่อ

(2) การพัฒนาตำรับโลชั่น จากน้ำมันมะพร้าวจากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง ที่พัฒนาคุณสมบัติของน้ำมันมะพร้าวแล้ว

(2.1) การเตรียมโลชั่น จากน้ำมันมะพร้าวจากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง ที่พัฒนา คุณสมบัติของน้ำมันมะพร้าวแล้ว

- นำสูตรตำรับโลชั่นที่เลือกไว้ มาเติมน้ำมันมะพร้าวจากการบีบอัดกากมะพร้าว เหลือทิ้ง ที่พัฒนา คุณสมบัติของน้ำมันมะพร้าวแล้วลงในตำรับ
- แบ่งส่วนประกอบของตำรับออกเป็น วัฏภาคน้ำ (water phase) วัฏภาคน้ำมัน (oil phase) โดยนำ น้ำมันมะพร้าวจากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้งที่ปรับปรุงแล้วมาใส่ในส่วนของวัฏภาคน้ำมัน (oil phase)

วัฏภาคน้ำ	น้ำกลั่น กลีเซอริน
วัฏภาคน้ำมัน	น้ำมันมะพร้าว เซียบัตเตอร์ ซีทิวแอลกอฮอล์ ซิลิโคนออยล์ 350 ไอโซโพรพิลไมริสเตท กรดสเตียริก ทวิน 20
สารกันบูด	พรีเซิร์ฟ ซีจี10

- อุ่นวัฏภาคทั้งสองบนอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ โดยอุณหภูมิให้มีอุณหภูมิที่ 73-78 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของวัฏภาคน้ำมันให้มีอุณหภูมิที่ 70-75 องศาเซลเซียส (ให้อุณหภูมิวัฏภาคน้ำ สูงกว่าวัฏภาคน้ำมัน 2-3 องศาเซลเซียส)
- ค่อยๆ เทวัฏภาคน้ำลงในวัฏภาคน้ำมัน โดยเทผ่านแท่งแก้วคนให้เป็นสาย พร้อมทั้งกวนเบาๆ ติดต่อกันตลอดเวลา
- เมื่อส่วนผสมเย็นลงเท่าอุณหภูมิปกติแล้วเติมสารกันบูดลงไป กวนต่อไปอีก 20 นาที
- นำไปกวนด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ 1 นาที แล้วกวนต่อจนได้ของเหลวข้นคล้ายครีมสลัด

(1.2) การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีของโลชั่น

- ประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ โดยดูจากลักษณะภายนอกของโลชั่น เมื่อเตรียมเสร็จใหม่ ๆ ในเรื่อง ลักษณะเนื้อโลชั่น สี กลิ่น การแยกชั้น การไหลของโลชั่น และความรู้สึกเวลาทา บันทึกรูป
- ประเมินคุณสมบัติทางเคมี โดยทดสอบความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้ Universal Indicator pH 0-14 แลวบันทึกผล
- ประเมินความคงตัว ด้วยวิธี Freeze and Thaw cycle โดยนำโลชั่นที่เตรียมไวมาใส่ตู้เย็นที่ประมาณ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำมาใส่ตู้อบ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ซ้ำกัน ทำอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ อีก 6 cycle บันทึกผล

คัดเลือกสูตรตำรับโลชั่นที่มีคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี ความคงตัวและให้ความรู้สึกเวลาทาที่ดีที่สุด มาพัฒนาต่อโดยการเติมน้ำมันหอมระเหย

(2) การพัฒนาโลชั่นน้ำมันมะพร้าวจากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง ที่พัฒนาคุณสมบัติของน้ำมันมะพร้าวแล้ว

(2.1) การเติมน้ำมันหอมระเหยเพื่อพัฒนาตำรับโลชั่นน้ำมันมะพร้าวจากการบีบอัดกากมะพร้าว เหลือทิ้ง ที่พัฒนาคุณสมบัติของน้ำมันมะพร้าวแล้ว

- นำสูตรโลชั่นที่เลือกไว้ มาเติมน้ำมันหอมระเหย
- แบ่งส่วนประกอบของตำรับออกเป็น วัฏภาคน้ำ วัฏภาคน้ำมัน สารกันบูด และส่วนผสมอื่นๆ โดยนำน้ำมันหอมระเหยมาใส่ในส่วนของผู้ผสมอื่น ๆ ดังนี้

วัฏภาคน้ำ	น้ำกลั่น กลีเซอรีน
วัฏภาคน้ำมัน	น้ำมันมะพร้าว เซียบัตเตอร์ ซีทิวแอลกอฮอล์ ซิลิโคนออยล์ 350 ไอโซโพรพิลไมริสเตท กรดสเตียริก ทวิน 20
สารกันบูด	พรีเซิร์ฟ ซีจี10
ส่วนผสมอื่น ๆ	น้ำมันหอมระเหย

- อุ่นวัฏภาคทั้งสองบนอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ โดยอุณหภูมิของวัฏภาคน้ำให้มีอุณหภูมิที่ 73-78 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของวัฏภาคน้ำมันให้มีอุณหภูมิที่ 70-75 องศาเซลเซียส (ให้อุณหภูมิของวัฏภาคน้ำสูงกว่าวัฏภาคน้ำมัน 2-3 องศาเซลเซียส)
- ค่อยๆ เทวัฏภาคน้ำลงในวัฏภาคน้ำมัน โดยเทผ่านแท่งแก้วคนให้เป็นสาย พร้อมทั้งกวนเบาๆ ติดต่อกันตลอดเวลา
- เมื่อส่วนผสมเย็นลงเท่าอุณหภูมิปกติ เติมสารกันบูด แล้วกวนต่ออีก 20 นาที
- กวนต่อด้วยเครื่องโฮมจีเนอเรเตอร์ 1 นาที แล้วกวนต่อด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กจนได้ของเหลวข้นคล้ายครีมสลัด

(2.2) การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีของโลชั่นน้ำมันมะพร้าวจากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง

ประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ โดยดูจากลักษณะภายนอกของโลชั่นเมื่อเตรียมเสร็จใหม่ๆ แล้วเปรียบเทียบกับที่ทดสอบความคงตัวไว้ 6 cycle โดยพิจารณาในประเด็นต่อไปนี้

- ลักษณะเนื้อโลชั่น สังเกตลักษณะเนื้อโลชั่นที่มองเห็นโดยไข คำอธิบายลักษณะดังนี้ เนื้อ ละเอียด หยิบ มันวาว มีผลึกแขง มี oil droplet แลวบันทึกผลลงตาราง
- สี สังเกตสีของโลชั่นที่มองเห็นว่าเป็นสีขาว สีเหลือง หรือสีอื่น ๆ
- กลิ่น ใตดมกลิ่นของโลชั่น แลวพบว่ามีกลิ่นของน้ำมันมะพร้าว ไม่มีกลิ่น หรือมีกลิ่นอื่น ๆ

- การไหลของโลชั่น นำขวดของโลชั่นมาเอียงทำมุม 45 องศากับแนวระดับ จับเวลา ตั้งแต่เริ่ม เอียงจนโลชั่นไหลมาถึงปากภาชนะ โดยแบ่งเป็นระดับดังนี้

≥3 วินาที	ไหลได้ดีมาก	++++
4-10 วินาที	ไหลได้ดี	+++
≤10 วินาที	ไหลได้ซา	++
	ไม่ไหลเลย	+

- การเจริญของจุลินทรีย์และเชื้อรา สังเกตว่าโลชั่นมีจุดดำหรือเส้นใย ที่มีขนาดใหญ่ ขึ้นหรือไม่
 - + มีการเจริญของจุลินทรีย์หรือเชื้อรา
 - ไม่มีการเจริญของจุลินทรีย์หรือเชื้อรา
- การเกิด Creaming เป็นลักษณะที่วัตถุดิบภายในแยกไปรวมตัวกันลอยอยู่ชั้นบน หรือนอนก้นภาชนะ ทำให้เห็นแยกเป็นชั้นครีม และชั้นอิมัลชันที่เจือจาง เกิดขึ้นไม่ถาวร เมื่อเขย่าสามารถทำให้ชั้นที่แยกผสมนี้ผสมกันได้อีก
- + มีการเกิด Creaming
- ไม่มีการเกิด Creaming
- การเกิด Cracking เป็นลักษณะที่หยดวัตถุดิบภายในเกิดหลอมรวมเข้ากันเป็นหยดที่โตขึ้น จนแยกออกเป็นชั้นน้ำและน้ำมันอย่างชัดเจน ซึ่งเป็นความคงตัวที่เกิดขึ้นถาวร
- + มีการเกิด Cracking
- ไม่มีการเกิด Cracking
- ประเมินคุณสมบัติทางเคมี โดยทดสอบความเป็นกรด - ด่าง โดยใช้ Universal Indicator pH 1-14 แล้วบันทึกผล

(2.3) ประเมินความคงตัวของโลชั่น ด้วยวิธี Freeze and Thaw cycle โดยนำโลชั่นที่เตรียมไวมาใส่ตู้เย็นที่ประมาณ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำมาใส่ตู้อบ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เช่นกัน ทำอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ อีก 6 cycle บันทึกผล

(2.4) ประเมินความรู้สึกในการใช้โลชั่น โดยพิจารณาในประเด็น ต่อไปนี้

- การซึมซาบเข้าสู่ผิวหนัง เมื่อนำโลชั่นมาทาบนผิวหนังแล้วทิ้งไว้ให้แห้ง สัมผัสบริเวณ ที่ทาจะรู้สึกเหมือนไม่ทาโลชั่น
- ความเหนอะหนะ ขณะทาโลชั่นบนผิวหนัง พบว่าโลชั่นเหนียวติดผิวหนัง ไม่สบายตัว
- สี สังเกตสีของโลชั่น ว่ามีความนาไขหรือไม่
- ความนาไข พิจารณาโดยรวมของการซึมซาบเข้าสู่ผิวหนังความเหนอะหนะ สีลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี และความคงตัวของโลชั่น แล้วบันทึกผลลงตาราง ดังนี้
- + หมายถึง ควรปรับปรุง
- ++ หมายถึง พอใจ
- +++ หมายถึง ดี

++++ หมายถึง ดีมาก

- (2.5) การคัดเลือกสูตรโลชั่น เลือกสูตรที่มีคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีที่ดี มีความคงตัวดี และให้ความรู้สึกดีเวลาทามากที่สุด

3.2.3 การทำสบู่

หาค่าการวิเคราะห์ค่าสaponification number) ของน้ำมันมะพร้าว

- (1) ชั่งตัวอย่างน้ำมันมะพร้าว 5.00 กรัม ให้ทราบมวลแน่นอน ลงในขวดกันกลม ขนาด 250 มิลลิลิตร
- (2) เติมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในเอทานอล 0.5 โมลาร์ ลงในขวดชมพู ปริมาตร 50 มิลลิลิตร
- (3) กลับไหลกลับสารละลายใน water bath เป็นเวลา 30 นาที (reflux)
- (4) นำขวดกันกลมออกจากอุปกรณ์ reflux condenser ตั้งไว้ให้อุณหภูมิของสารละลายเท่ากับอุณหภูมิห้อง จากนั้นใส่สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 1 มิลลิลิตร
- (5) ไตเตรตด้วยสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก 0.5 โมลาร์ จนถึงจุดยุติ (ไม่มีสี)
- (6) ทำซ้ำ โดยเปลี่ยนตัวอย่างจากน้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำกลั่น

สมการคำนวณค่าสaponification number

$$\text{ค่าสaponification number (SN)} = \frac{(A - B) \times D \times 56}{C}$$

โดยที่

A = ปริมาตรของสารละลายกรดมาตรฐานที่ใช้ไตเตรตขวดที่มีน้ำมันมะพร้าว (มิลลิลิตร)

B = ปริมาตรของสารละลายกรดมาตรฐานที่ใช้ไตเตรตขวดที่ใช้น้ำกลั่น (มิลลิลิตร)

C = น้ำหนักของน้ำมันมะพร้าวที่ใช้ (กรัม)

D = ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (โมลาร์)

การศึกษาปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสม สำหรับการทำสบู่ก้อน

- (1) ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ตามปริมาณที่หาได้จากค่าสaponification number ในน้ำกรอง 45.0 กรัม คนให้ละลาย ตั้งทิ้งไว้ให้เท่ากับอุณหภูมิห้อง
- (2) ชั่งน้ำมันมะพร้าว 100 กรัม ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร
- (3) เทสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำมันมะพร้าว อย่างช้าๆ พร้อมคนให้เข้ากัน จนของเหลวมีลักษณะสีขาวขุ่น
- (4) เทของเหลวลงในแม่พิมพ์ ตั้งทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้นนำก้อนสบู่ออกจากพิมพ์ นำไปตั้งไว้ในที่มีอากาศถ่ายเท เป็นเวลา 2 อาทิตย์
- (5) สังเกตและบันทึกผลทางกายภาพของก้อนสบู่ที่ได้ และหาค่าพีเอชของสบู่ โดยนำเนื้อสบู่มาละลายในน้ำกลั่น

การศึกษาปริมาณของน้ำที่เหมาะสม สำหรับการทำสบู่ก้อน

- (1) นำปริมาณเกล็ดโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ได้จากการทดลองการศึกษาปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสม สำหรับการทำสบู่ก้อน มาทำการละลายในน้ำกรองที่ปริมาณ 35, 40, 45, 50 และ 55 กรัม คนให้ละลาย ตั้งทิ้งไว้ให้เท่ากับอุณหภูมิห้อง
- (2) ชั่งน้ำมันมะพร้าว 100 กรัม ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร
- (3) เทสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำมันมะพร้าว อย่างช้าๆ พร้อมคนให้เข้ากัน จนของเหลวมีลักษณะสีขาวขุ่น
- (4) เทของเหลวลงในแม่พิมพ์ ตั้งทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้นนำก้อนสบู่ออกจากพิมพ์ นำไปตั้งไว้ในที่มีอากาศถ่ายเท เป็นเวลา 2 อาทิตย์
- (5) สังเกตและบันทึกผลทางกายภาพของก้อนสบู่ที่ได้ ได้ และหาค่าพีเอชของสบู่ โดยนำเนื้อสบู่มาละลายในน้ำกลั่น

การศึกษาปริมาณโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสม สำหรับการทำสบู่เหลว

- (1) ชั่งน้ำมันมะพร้าวปริมาณ 500 กรัม ลงในหม้อตุ๋น ที่ตั้งอุณหภูมิไว้สูงสุด ทำให้น้ำมันมะพร้าวร้อนขึ้น จนได้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส
- (2) ชั่งเกล็ดโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ตามปริมาณที่ได้จากค่าสaponifiเคชั่น ลงในน้ำกรองปริมาณ 500.0 กรัม คนให้ละลาย
- (3) เทสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ลงในหม้อตุ๋นอย่างช้าๆ จากนั้นปั่นสารละลายภายในหม้อ โดยใช้เครื่องปั่นมือถือ จนสารในหม้อเริ่มหนืด
- (4) ปิดฝาหม้อไว้ประมาณ 10 – 15 นาที จนสารในหม้อแข็งตัว
- (5) กวนสารในหม้อตุ๋น อย่างช้า จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างในหม้อ มาละลายในน้ำร้อน ทุกๆ 30 นาที จนกว่าตัวอย่างที่นำมาละลายในน้ำร้อนจะมีลักษณะใส ไม่ขุ่นมัว ซึ่งสิ่งที่ได้ คือ หัวสบู่
- (6) บันทึกช่วงเวลาที่ได้
- (7) นำหัวสบู่ที่ได้ พักไว้ในภาชนะปิด 1 คืน จากนั้นนำมาละลายในน้ำร้อนในอัตราส่วนหัวสบู่ต่อน้ำร้อน (1:1)
- (8) ตั้งทิ้งไว้ให้สบู่เหลวเท่ากับอุณหภูมิห้อง จากนั้นนำมาทดสอบค่าพีเอช

3.2.4 การทำลิปบาล์ม

ส่วนผสมในการทำลิปบาล์ม ได้แก่ น้ำมันมะพร้าว และ แคนเดิลลล่า แวกซ์ นำส่วนผสมมาละลาย กวนช้า ๆ เรื่อย ๆ จนละลายเป็นเนื้อเดียวกัน เทใส่บรรจุภัณฑ์ตามต้องการ ก่อนที่ลิปจะแข็งตัว

วิธีการทดสอบผลิตภัณฑ์ลิปบาล์ม

ทดสอบจุดโค้งงอและจุดเริ่มหลอมตัวตาม มอก. 234-2559

จุดโค้งงอ

หมุนหรือดันลิปบาล์มตัวอย่างออกจนสุด ยึดปลอกไว้ให้แท่งลิปบาล์มตัวอย่างขนานกับพื้น อบในตู้อบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ใช้เครื่องวัดละเอียด 0.1 มิลลิเมตร วัดระยะที่ปลายสุดของแท่งลิปบาล์มที่โค้งงอจากระดับเดิมทันที เป็นมิลลิเมตร

จุดเริ่มหลอมตัว

- (1) ตัดลิปบาล์มตัวอย่างให้มีความยาว 10 ± 1 มิลลิเมตร
- (2) บรรจุลิปบาล์มลงในหลอดคะพิลลารี โดยนำปลายหลอดคะพิลลารีข้างหนึ่งกดลงในลิปบาล์มในแนวตั้งตามความสูง ทำความสะอาดด้านนอกของหลอดคะพิลลารีด้วยกระดาษทิชชูแล้วยึดติดกับเทอร์โมมิเตอร์โดยให้ระดับของลิปบาล์มที่อยู่ในหลอดคะพิลลารีอยู่ในระดับเดียวกับกระเปาะปรอทของเทอร์โมมิเตอร์
- (3) นำหลอดคะพิลลารีที่ยึดติดกับเทอร์โมมิเตอร์จุ่มลงในบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำจัดไอออน 500 มิลลิลิตร ซึ่งวางอยู่บนเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้าที่ให้ความร้อนและมีแท่งแม่เหล็กหมุนเบา ๆ เพื่อช่วยกระจายความร้อน โดยกำหนดให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นในอัตราประมาณ 1 องศาเซลเซียสต่อนาที โดยระดับกระเปาะปรอทเทอร์โมมิเตอร์อยู่สูงกว่าระดับก้นบีกเกอร์อย่างน้อย 2.5 เซนติเมตร
- (4) บันทึกอุณหภูมิที่ทำให้ลิปบาล์มตัวอย่างในหลอดคะพิลลารีเริ่มเคลื่อนที่ เป็นอุณหภูมิของจุดเริ่มหลอมตัว



บทที่ 4

ผลและวิจารณ์

4.1 การศึกษาและปรับปรุงคุณภาพน้ำมันมะพร้าวจากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้งที่เหมาะสม

4.1.1 การลดความชื้นในน้ำมันมะพร้าว

(1) การลดความชื้นในน้ำมันมะพร้าวด้วยโซเดียมคลอไรด์

ชั่งน้ำมันมะพร้าวใส่บีกเกอร์ 30 กรัม และชั่งโซเดียมคลอไรด์ (ที่ผ่านการอบ 100 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง) ปริมาณร้อยละ 10 - 50 โดยน้ำหนัก แช่ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง ปิดปากบีกเกอร์ด้วยฟิล์มยืด (plastic wrap) เมื่อครบกำหนดเวลา กรองน้ำมันแล้วนำน้ำมันมะพร้าวไปวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ได้ผลแสดงในตารางผนวกที่ ก1 นำค่าเฉลี่ยร้อยละของความชื้นในน้ำมันและไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว ได้ผลทดสอบแสดงในตารางที่ 4.1.1

ตารางที่ 4.1.1 การทดสอบผลของปริมาณโซเดียมคลอไรด์ต่อปริมาณความชื้นในน้ำมันมะพร้าว

ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ (%w/w)	Mean (ร้อยละ)	SD	F	Sig.
0	0.753	0.015	5.5106	0.007
10	0.853	0.092		
20	0.820	0.072		
30	0.947	0.040		
40	0.860	0.020		
50	0.923	0.006		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 4.0662

จากการทดสอบผลของปริมาณโซเดียมคลอไรด์ต่อปริมาณความชื้นในน้ำมันมะพร้าว ด้วยสถิติ F test ผลการทดสอบพบว่า ปริมาณโซเดียมคลอไรด์มีผลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละความชื้นของน้ำมันมะพร้าวอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) การใช้โซเดียมคลอไรด์ไม่สามารถลดปริมาณความชื้นในน้ำมันมะพร้าวได้ และยังส่งผลให้ปริมาณความชื้นในน้ำมันมะพร้าวเพิ่มมากขึ้น โดยปริมาณโซเดียมคลอไรด์มากขึ้นพบว่าปริมาณความชื้นในน้ำมันมะพร้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

(2) การลดความชื้นในน้ำมันมะพร้าวด้วยถ่านกัมมันต์

ชั่งน้ำมันมะพร้าวใส่ปิกรเกอร์ 300 กรัม และชั่งถ่านกัมมันต์ (ที่ผ่านการอบ 100 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง) ปริมาณร้อยละ 1 - 2 โดยน้ำหนัก คนตลอดเวลา 30 นาที เปรียบเทียบผลการลดความชื้นที่อุณหภูมิห้อง และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เมื่อครบกำหนดเวลา กรองน้ำมันแล้วนำน้ำมันมะพร้าวไปวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ได้ผลแสดงในตารางผนวกที่ ก2 และรูปที่ 4.1.1 นำค่าเฉลี่ยร้อยละของความชื้นในน้ำมันไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว ได้ผลทดสอบแสดงในตารางที่ 4.1.2

ตารางที่ 4.1.2 การทดสอบผลของปริมาณถ่านกัมมันต์และอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาต่อปริมาณความชื้นใน น้ำมันมะพร้าว

ปริมาณ ถ่านกัมมันต์		อุณหภูมิห้อง				อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส			
(%w/w)	Mean (%)	SD	F	Sig.	Mean (%)	SD	F	Sig.	
0	0.730	0.017	20.43	<0.001	0.730	0.017	630.00	<0.001	
1.0	0.760	0.040			0.370	0.010			
1.5	0.757	0.006			0.340	0.010			
2.0	0.633	0.012			0.460	0.010			

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 4.0662

จากการทดสอบผลของปริมาณถ่านกัมมันต์และอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาต่อปริมาณความชื้นในน้ำมันมะพร้าว ด้วยสถิติ F test ผลการทดสอบพบว่า ทั้งปริมาณถ่านกัมมันต์และอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยามีผลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละความชื้นของน้ำมันมะพร้าวอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เมื่อปริมาณถ่านกัมมันต์เพิ่มขึ้น ความชื้นในน้ำมันจะลดลง และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา ช่วยให้ถ่านกัมมันต์ดูดซับความชื้นในน้ำมันดีขึ้น จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณถ่านกัมมันต์ ร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนักของน้ำมันพืช ที่อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา 80 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการลดความชื้นในน้ำมันสูงที่สุด

(3) การลดความชื้นในน้ำมันมะพร้าวด้วยเบนโทไนด์

ชั่งน้ำมันมะพร้าวใส่ปิกรเกอร์ 300 กรัม และชั่งเบนโทไนด์ (ที่ผ่านการอบ 100 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง) ปริมาณร้อยละ 1 - 2 โดยน้ำหนัก คนตลอดเวลา 30 นาที เปรียบเทียบผลการลดความชื้นที่อุณหภูมิห้อง และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เมื่อครบกำหนดเวลา กรองน้ำมันแล้วนำน้ำมันมะพร้าวไปวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ได้ผลแสดงในตารางผนวกที่ ก3 นำค่าเฉลี่ยร้อยละของความชื้นในน้ำมันไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว ได้ผลทดสอบแสดงในตารางที่ 4.1.3

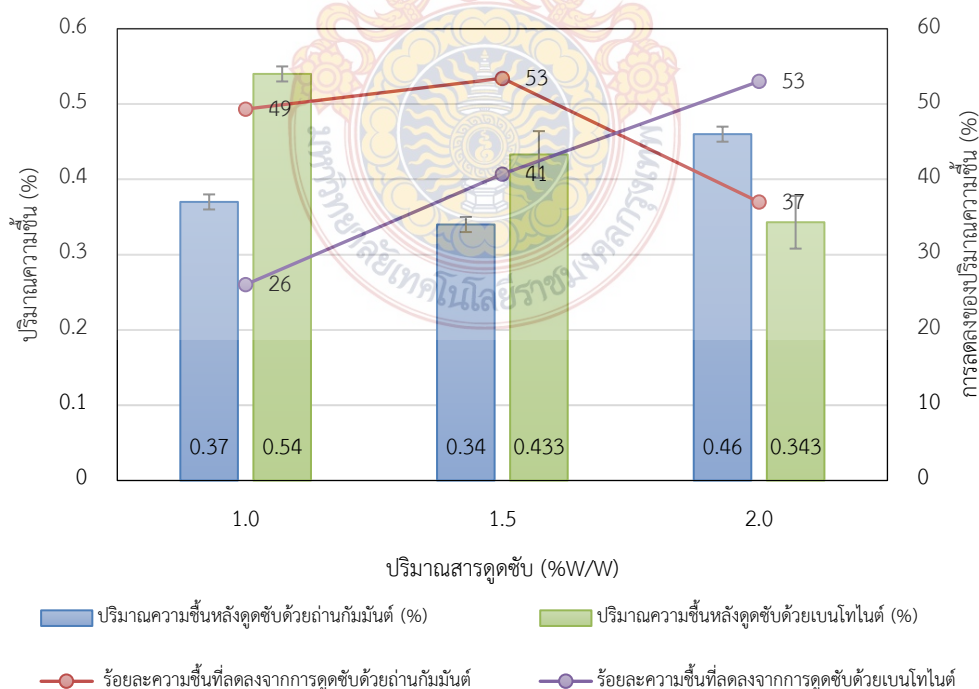
ตารางที่ 4.1.3 การทดสอบผลของปริมาณเบนโทไนด์และอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาต่อปริมาณความชื้นใน น้ำมันมะพร้าว

ปริมาณ เบนโทไนด์		อุณหภูมิห้อง				อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส			
(%w/w)	Mean (%)	SD	F	Sig.	Mean (%)	SD	F	Sig.	
0	0.730	0.017	20.00	<0.001	0.730	0.017	129.26	<0.001	
1.0	0.643	0.006			0.540	0.010			
1.5	0.590	0.035			0.433	0.031			
2.0	0.550	0.046			0.343	0.035			

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 4.0662)

จากการทดสอบผลของปริมาณเบนโทไนด์และอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาต่อปริมาณความชื้นในน้ำมันมะพร้าว ด้วยสถิติ F test ผลการทดสอบพบว่า ทั้งปริมาณเบนโทไนด์และอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยามีผลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละความชื้นของน้ำมันมะพร้าวอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เมื่อปริมาณเบนโทไนด์เพิ่มขึ้น ความชื้นในน้ำมันจะลดลง และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา จะช่วยให้เบนโทไนด์ดูดซับความชื้นในน้ำมันดีขึ้น จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณเบนโทไนด์ ร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนักของน้ำมันพืช ที่อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา 80 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการลดความชื้นในน้ำมันสูงที่สุด

สรุปผลการลดความชื้นในน้ำมันมะพร้าว แสดงในรูปที่ 4.1.1



รูปที่ 4.1.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดความชื้นในน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง

จากรูปถ่านกัมมันต์มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการลดความชื้นในน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง โดยปริมาณถ่านกัมมันต์ร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสสามารถลดความชื้นในน้ำมันมะพร้าวลงได้ร้อยละ 53

4.1.2 การลดสีของน้ำมันมะพร้าว

(1) การลดสีในน้ำมันมะพร้าวด้วยโซเดียมคลอไรด์

ชั่งน้ำมันมะพร้าวใส่บีกเกอร์ 30 กรัม และชั่งโซเดียมคลอไรด์ (ที่ผ่านการอบ 100 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง) ปริมาณร้อยละ 10 - 50 โดยน้ำหนัก แช่ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง ปิดปากบีกเกอร์ด้วยฟิล์มยืด (plastic wrap) เมื่อครบกำหนดเวลา กรองน้ำมันออกจากเกลือ นำน้ำมันมะพร้าวไปวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสง ได้ผลแสดงในตารางผนวกที่ ข1 - ข3 นำค่าเฉลี่ยร้อยละของการลดลงของสีไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว ได้ผลทดสอบแสดงในตารางที่ 4.1.4

ตารางที่ 4.1.4 การทดสอบผลของโซเดียมคลอไรด์ต่อค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของสีในน้ำมันมะพร้าวที่ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ต่างกัน

ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	Mean (%)	SD	F	Sig.
10	7.300	0.765	10.31	0.001
20	7.573	0.081		
30	9.007	0.739		
40	7.313	0.282		
50	5.993	0.674		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 3.4780

จากการทดสอบผลของโซเดียมคลอไรด์ต่อประสิทธิภาพการลดสีของน้ำมันมะพร้าวที่ปริมาณ โซเดียมคลอไรด์ต่างกัน ด้วยสถิติ F test ผลการทดสอบพบว่า ปริมาณโซเดียมคลอไรด์มีผลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของสีของน้ำมันมะพร้าวอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) การใช้โซเดียมคลอไรด์สามารถลดสีในน้ำมันมะพร้าวได้ เมื่อใช้โซเดียมคลอไรด์มากขึ้นพบว่าประสิทธิภาพการลดลงของสีเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มปริมาณโซเดียมคลอไรด์ถึงจุดหนึ่งประสิทธิภาพการลดสีมีแนวโน้มลดลง แต่อย่างไรก็ตามพบว่าโซเดียมคลอไรด์ลดสีในน้ำมันได้ไม่มาก โดยที่ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ ร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก ลดสีในน้ำมันได้สูงที่สุดคือลดลงร้อยละ 9.01

(2) การลดสีในน้ำมันมะพร้าวด้วยถ่านกัมมันต์

ชั่งน้ำมันมะพร้าวใส่ปิกเกอร์ และชั่งถ่านกัมมันต์ (ที่ผ่านการอบ 100 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง) ปริมาณร้อยละ 1 - 2 โดยน้ำหนัก คนตลอดเวลา 30 นาที เปรียบเทียบผลการลดสีที่อุณหภูมิห้อง และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เมื่อครบกำหนดเวลา กรองน้ำมัน น้ำมันมะพร้าวไปวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสง ได้ผลแสดงในตารางผนวกที่ ข4 - ข8 นำค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของสีไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว ได้ผลทดสอบแสดงในตารางที่ 4.1.5

ตารางที่ 4.1.5 การทดสอบผลของปริมาณถ่านกัมมันต์และอุณหภูมิต่อค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของสีน้ำมันมะพร้าว

ปริมาณ ถ่านกัมมันต์	อุณหภูมิห้อง				อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส				
	(%w/w)	Mean (%)	SD	F	Sig.	Mean (%)	SD	F	Sig.
1.0		-5.796	1.030	19.57	0.002	6.373	0.148	208.73	<0.001
1.5		-8.699	0.779			11.960	0.631		
2.0		-12.138	1.723			4.832	0.432		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 5.1433

จากการทดสอบผลของปริมาณถ่านกัมมันต์และอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาต่อร้อยละการลดลงของสีในน้ำมันมะพร้าว ด้วยสถิติ F test ผลการทดสอบพบว่า ทั้งปริมาณถ่านกัมมันต์และอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยามีผลต่อค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของสีของน้ำมันมะพร้าวอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เมื่อปริมาณถ่านกัมมันต์เพิ่มขึ้น ทำให้น้ำมันที่ได้ มีสีเข้มขึ้น และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา จะช่วยให้ถ่านกัมมันต์ดูดซับสีในน้ำมันดีขึ้น จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณถ่านกัมมันต์ ร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนักของน้ำมันพืช ที่อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา 80 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการลดสีในน้ำมันสูงที่สุด คือร้อยละ 11.96

(3) การลดสีในน้ำมันมะพร้าวด้วยเบนโทไนต์

ชั่งน้ำมันมะพร้าวใส่ปิกเกอร์ และชั่งเบนโทไนต์ (ที่ผ่านการอบ 100 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง) ปริมาณร้อยละ 1 - 2 กรัม โดยน้ำหนัก คนตลอดเวลา 30 นาที เปรียบเทียบผลการลดสีที่อุณหภูมิห้อง และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เมื่อครบกำหนดเวลา กรองน้ำมัน น้ำมันมะพร้าวไปวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสง ได้ผลแสดงในตารางผนวกที่ ข9 - ข13 นำค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของสีไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว ได้ผลทดสอบแสดงในตารางที่ 4.1.6

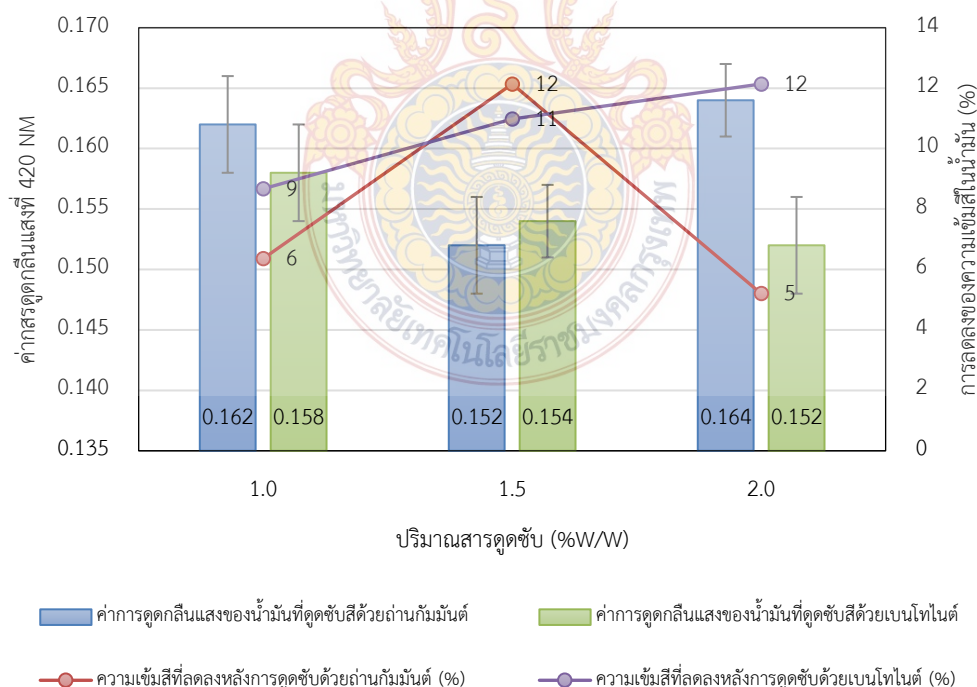
ตารางที่ 4.1.6 การทดสอบผลของปริมาณเบนโทไนด์และอุณหภูมิต่อค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของสีในน้ำมันมะพร้าว

ปริมาณ เบนโทไนด์		อุณหภูมิห้อง				อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส			
(%w/w)	Mean (%)	SD	F	Sig.		Mean(%)	SD	F	Sig.
1.0	-2.513	1.224	106.17	0.002		8.300	0.168	115.31	<0.001
1.5	-11.399	0.585				10.805	0.438		
2.0	-15.456	1.370				12.166	0.283		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 5.1433

จากการทดสอบผลของปริมาณเบนโทไนด์และอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาต่อร้อยละการลดลงของสีในน้ำมันมะพร้าว ด้วยสถิติ F test ผลการทดสอบพบว่า ทั้งปริมาณเบนโทไนด์และอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยามีผลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของสีของน้ำมันมะพร้าวอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เมื่อปริมาณเบนโทไนด์เพิ่มขึ้น ทำให้น้ำมันที่ได้ มีสีเข้มขึ้น และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา จะช่วยให้เบนโทไนด์ดูดซับสีในน้ำมันดีขึ้น จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณเบนโทไนด์ ร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนักของน้ำมันพืช ที่อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา 80 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการลดสีในน้ำมันสูงที่สุด คือร้อยละ 12.17

สรุปผลการลดสีในน้ำมันมะพร้าว แสดงในรูปที่ 4.1.2



รูปที่ 4.1.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดสีในน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการบิอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง

จากรูปถ่านกัมมันต์มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการลดสีในน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง โดยปริมาณถ่านกัมมันต์ร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส สามารถลดสีในน้ำมันมะพร้าวลงได้ร้อยละ 12

4.1.3 การลดค่ากรดในน้ำมันมะพร้าว

(1) การลดค่ากรดในน้ำมันมะพร้าวด้วยถ่านกัมมันต์

ชั่งน้ำมันมะพร้าวใส่ปิกรเกอร์ และชั่งถ่านกัมมันต์ (ที่ผ่านการอบ 100 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง) ปริมาตรร้อยละ 1 - 2 โดยน้ำหนัก คนตลอดเวลา 30 นาที เปรียบเทียบผลการลดค่ากรดที่อุณหภูมิห้อง และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เมื่อครบกำหนดเวลา กรองน้ำมัน นำน้ำมันมะพร้าวไปวิเคราะห์ค่ากรด ได้ผลแสดงในตารางผนวกที่ ค1-ค4 นำค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของค่ากรดไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว ได้ผลทดสอบแสดงในตารางที่ 4.1.7

ตารางที่ 4.1.7 การทดสอบผลของปริมาณถ่านกัมมันต์และอุณหภูมิต่อค่าเฉลี่ยร้อยละการลดค่ากรดในน้ำมันมะพร้าว

ปริมาณ ถ่านกัมมันต์		อุณหภูมิห้อง				อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส			
(%w/w)	Mean (%)	SD	F	Sig.		Mean (%)	SD	F	Sig.
1.0	1.583	0.401	319.19	0.002		3.827	0.301	390.47	<0.001
1.5	9.373	0.499				12.313	0.631		
2.0	9.371	0.401				14.130	0.456		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 5.1433

จากการทดสอบผลของปริมาณถ่านกัมมันต์และอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาต่อค่าเฉลี่ยร้อยละการลดค่ากรดในน้ำมันมะพร้าว ด้วยสถิติ F test ผลการทดสอบพบว่า ทั้งปริมาณถ่านกัมมันต์และอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยามีผลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละการลดค่ากรดในน้ำมันมะพร้าว อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เมื่อปริมาณถ่านกัมมันต์เพิ่มขึ้น ทำให้ค่ากรดในน้ำมันลดลงได้มากขึ้น และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา จะช่วยให้ถ่านกัมมันต์ดูดซับค่ากรดในน้ำมันดีขึ้น จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณถ่านกัมมันต์ ร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนักของน้ำมันพืช ที่อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา 80 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการลดค่ากรดในน้ำมันสูงที่สุด คือร้อยละ 14.13

(3) การลดค่ากรดในน้ำมันมะพร้าวด้วยเบนโทไนด์

ชั่งน้ำมันมะพร้าวใส่ปิกรเกอร์ และชั่งเบนโทไนด์ (ที่ผ่านการอบ 100 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง) ปริมาตรร้อยละ 1 - 2 โดยน้ำหนัก คนตลอดเวลา 30 นาที เปรียบเทียบผลการลดค่ากรดที่อุณหภูมิห้อง และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เมื่อครบกำหนดเวลา กรองน้ำมัน นำน้ำมันมะพร้าวไปวิเคราะห์ค่ากรด ได้ผลแสดงในตารางผนวกที่ ค5-ค8 นำค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของค่ากรดไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว ได้ผลทดสอบแสดงในตารางที่ 4.1.8

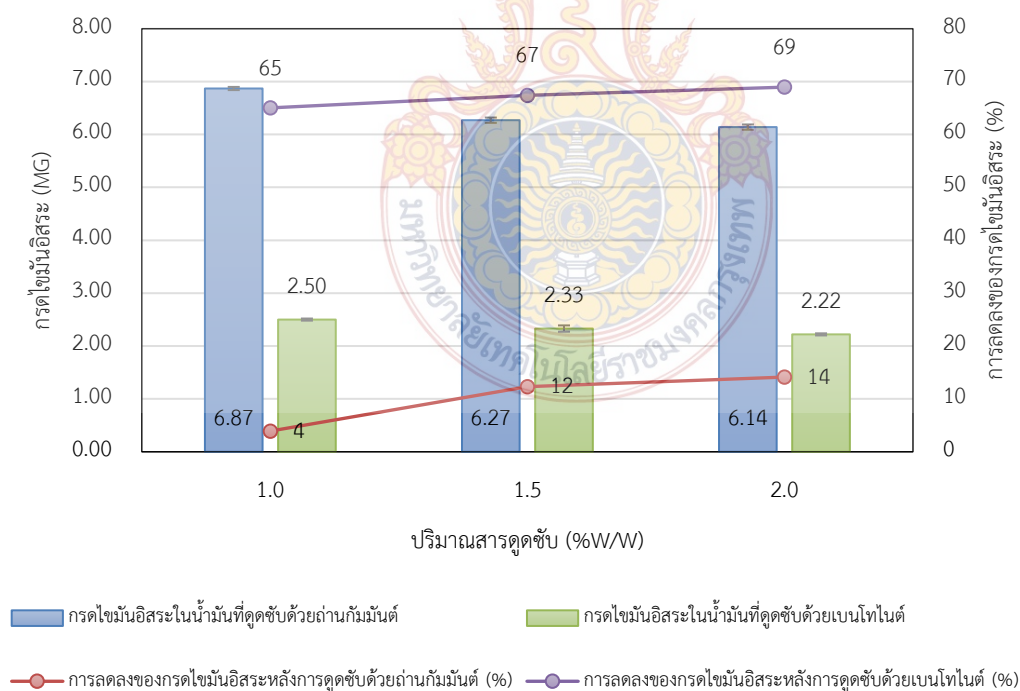
ตารางที่ 4.1.8 การทดสอบผลของปริมาณเบนโทไนด์และอุณหภูมิต่อค่าเฉลี่ยร้อยละการลดค่ากรดในน้ำมันมะพร้าว

ปริมาณ เบนโทไนด์		อุณหภูมิห้อง				อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส			
(%w/w)	Mean (%)	SD	F	Sig.		Mean (%)	SD	F	Sig.
1.0	2.473	0.081	512.56	<0.001		65.067	0.215	40.01	<0.001
1.5	4.290	0.173				67.393	0.867		
2.0	10.960	0.560				68.983	0.274		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 5.1433

จากการทดสอบผลของปริมาณเบนโทไนด์และอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาต่อค่าเฉลี่ยร้อยละการลดค่ากรดในน้ำมันมะพร้าว ในน้ำมันมะพร้าว ด้วยสถิติ F test ผลการทดสอบพบว่า ทั้งปริมาณเบนโทไนด์และอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยามีผลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละการลดค่ากรดในน้ำมันมะพร้าว อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เมื่อปริมาณเบนโทไนด์เพิ่มขึ้น ทำให้น้ำมันที่ได้มีค่ากรดลดลง และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา จะช่วยให้เบนโทไนด์ดูดซับค่ากรดในน้ำมันดีขึ้น จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณเบนโทไนด์ ร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนักของน้ำมันพืช ที่อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา 80 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการลดค่ากรดในน้ำมันสูงที่สุด คือร้อยละ 68.98

สรุปผลการลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันมะพร้าว แสดงในรูปที่ 4.1.3



รูปที่ 4.1.3 การเปรียบเทียบปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง

จากรูปถ่านกัมมันต์มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง โดยปริมาณถ่านกัมมันต์ร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสสามารถลดปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันมะพร้าวลงได้ร้อยละ 69



4.1.4 การลดปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันมะพร้าว

(1) การลดปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันมะพร้าวด้วยถ่านกัมมันต์

ชั่งน้ำมันมะพร้าวใส่ปิกรเกอร์ และชั่งถ่านกัมมันต์ (ที่ผ่านการอบ 100 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง) ปริมาณร้อยละ 1 - 2 โดยน้ำหนัก คนตลอดเวลา 30 นาที เปรียบเทียบผลการลดค่ากรดที่อุณหภูมิห้อง และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เมื่อครบกำหนดเวลา กรองน้ำมัน นำน้ำมันมะพร้าวไปวิเคราะห์ค่าปริมาณเพอร์ออกไซด์ ได้ผลแสดงในตารางผนวกที่ ง1-ง4 นำค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงปริมาณเพอร์ออกไซด์ไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว ได้ผลทดสอบแสดงในตารางที่ 4.1.9

ตารางที่ 4.1.9 การทดสอบผลของปริมาณถ่านกัมมันต์และอุณหภูมิต่อค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของปริมาณเพอร์ออกไซด์ ในน้ำมันมะพร้าว

ปริมาณ ถ่านกัมมันต์		อุณหภูมิห้อง				อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส			
(%w/w)	Mean (%)	SD	F	Sig.		Mean (%)	SD	F	Sig.
1.0	0.280	0.069	278.98	0.002		1.040	0.069	358.62	<0.001
1.5	2.120	0.183				3.553	0.246		
2.0	3.193	0.178				4.993	0.188		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 5.1433

จากการทดสอบผลของปริมาณถ่านกัมมันต์และอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาต่อค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของปริมาณเพอร์ออกไซด์ ในน้ำมันมะพร้าว ด้วยสถิติ F test ผลการทดสอบพบว่า ทั้งปริมาณถ่านกัมมันต์และอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยามีผลต่อค่าการลดลงของปริมาณเพอร์ออกไซด์ ในน้ำมันมะพร้าว อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เมื่อปริมาณถ่านกัมมันต์เพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันลดลง และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาทำให้ประสิทธิภาพในการลดลงของปริมาณเพอร์ออกไซด์มากขึ้น จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณถ่านกัมมันต์ ร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนักของน้ำมันพืช ที่อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา 80 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการลดลงของปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันสูงที่สุด คือ ร้อยละ 4.99

(3) การลดปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันมะพร้าวด้วยเบนโทไนต์

ชั่งน้ำมันมะพร้าวใส่ปิกรเกอร์ และชั่งเบนโทไนต์ (ที่ผ่านการอบ 100 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง) ปริมาณร้อยละ 1 - 2 โดยน้ำหนัก คนตลอดเวลา 30 นาที เปรียบเทียบผลการลดเพอร์ออกไซด์ที่อุณหภูมิห้อง และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เมื่อครบกำหนดเวลา กรองน้ำมัน นำน้ำมันมะพร้าวไปวิเคราะห์ปริมาณเพอร์ออกไซด์ ได้ผลแสดงในตารางผนวกที่ ง5-ง8 นำค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของกรดไขมันอิสระไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว ได้ผลทดสอบแสดงในตารางที่ 4.1.10

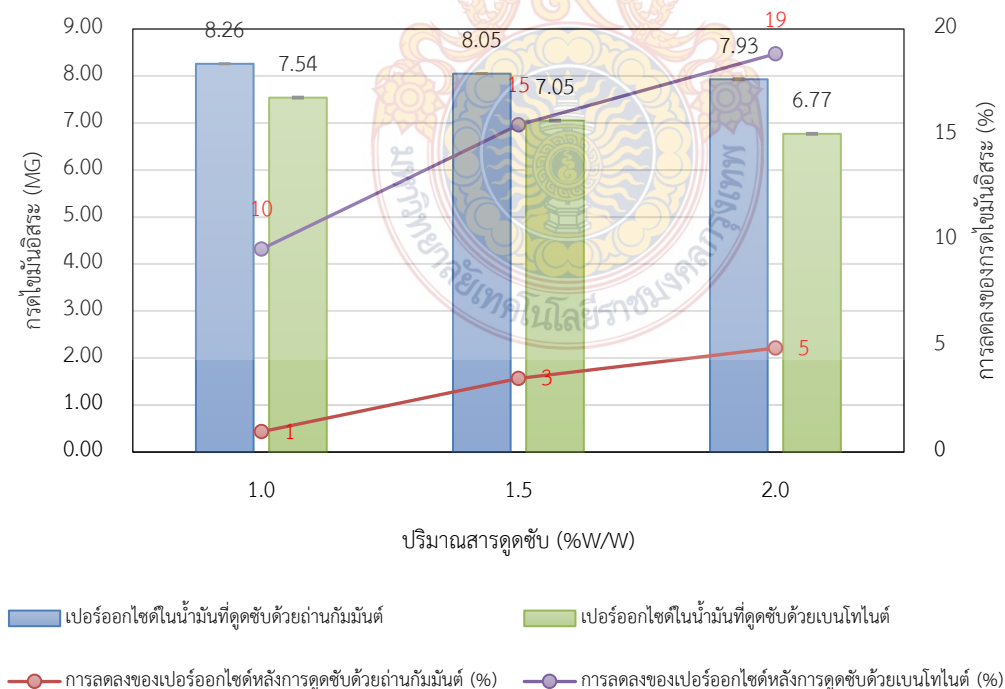
ตารางที่ 4.1.10 การทดสอบผลของปริมาณเบนโทไนด์ต่อค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันมะพร้าว

ปริมาณ เบนโทไนด์		อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส			
(%w/w)	Mean (%)	SD	F	Sig.	Mean (%)	SD	F	Sig.
1.0	3.513	0.244	426.95	<0.001	9.587	0.202	1671.93	<0.001
1.5	5.913	0.274			15.503	0.266		
2.0	9.507	0.239			18.897	0.087		

Critical Value ($\alpha=0.05$) = F-table = 5.1433

จากการทดสอบผลของปริมาณเบนโทไนด์ และอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาต่อค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของปริมาณเพอร์ออกไซด์ ในน้ำมันมะพร้าว ด้วยสถิติ F test ผลการทดสอบพบว่า ทั้งปริมาณเบนโทไนด์ และอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยามีผลต่อค่าการลดลงของปริมาณเพอร์ออกไซด์ ในน้ำมันมะพร้าว อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เมื่อปริมาณเบนโทไนด์เพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันลดลง และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาทำให้ประสิทธิภาพในการลดลงของปริมาณเพอร์ออกไซด์มากขึ้น จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณเบนโทไนด์ร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนักของน้ำมันพืช ที่อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา 80 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการลดลงของปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันสูงที่สุด คือ ร้อยละ 18.89

สรุปผลการลดเปอร์ออกไซด์ในน้ำมันมะพร้าว แสดงในรูปที่ 4.1.4



รูปที่ 4.1.4 การเปรียบเทียบปริมาณเปอร์ออกไซด์ในน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง

จากรูปที่ 4.1.4 เบนโทไนด์มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการลดเปอร์ออกไซด์ในน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง โดยปริมาณเบนโทไนด์ร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสสามารถลดปริมาณเปอร์ออกไซด์ในน้ำมันมะพร้าวลงได้ร้อยละ 19

4.1.5 สมบัติของน้ำมันมะพร้าวก่อนและหลังการปรับปรุง

จากการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันมะพร้าวด้วยถ่านกัมมันต์และเบนโทไนด์ ได้น้ำมันที่ผ่านการปรับปรุงมีสมบัติแสดงในตารางที่ 4.1.11

ตารางที่ 4.1.11 การเปรียบเทียบสมบัติของน้ำมันมะพร้าวก่อนและหลังการ

สมบัติของน้ำมัน มะพร้าว	ก่อน ปรับปรุง	หลังปรับปรุง		ค่ามาตรฐาน ¹
		ถ่านกัมมันต์	เบนโทไนด์	
		ร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก 80 °C	ร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก 80 °C	
ความชื้น (ร้อยละ)	0.73	0.46	0.34	< 0.2
ค่ากรด (mgKOH/g)	7.15	6.14	6.36	< 4.0
เปอร์ออกไซด์ (m _{eq} /Kg)	8.34	8.98	6.77	< 10

¹มอก. 203-2520

ผลจากการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากกากมะพร้าวเหลือทิ้ง เมื่อใช้ปริมาณสารดูดซับเท่ากัน พบว่าถ่านกัมมันต์สามารถค่ากรด ได้ดีกว่าเบนโทไนด์ แต่ยังมีค่าเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 203-2520) และเบนโทไนด์สามารถลดความชื้นและปริมาณเปอร์ออกไซด์ในน้ำมันลงได้ดีกว่าถ่านกัมมันต์ โดยปริมาณเปอร์ออกไซด์หลังการปรับสภาพด้วยเบนโทไนด์มีปริมาณเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

จากปริมาณความชื้นที่ยังหลงเหลือทำให้น้ำมันมะพร้าวเสื่อมเสียได้ง่ายจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยปฏิกิริยาเคมีที่สำคัญคือ ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (hydrolysis) และปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อปฏิกิริยา คือ ปริมาณน้ำ ซึ่งในปริมาณที่ต่ำกว่าร้อยละ 0.1 ก็สามารถทำให้จุลินทรีย์เติบโตได้ และทำให้เอนไซม์ที่มีอยู่ย่อยสลายโมเลกุลของน้ำมันให้แตกตัวเป็นไขมันอิสระและกลีเซอรอล

การวิเคราะห์ค่ากรด (acid value) ซึ่งแสดงค่าเป็นร้อยละโดยเทียบกับน้ำหนักของกรดไขมันที่มีอยู่มากในน้ำมันมะพร้าว เป็นค่าวิเคราะห์ที่ชี้บ่งว่าน้ำมันหรือไขมันแตกตัวได้เป็นกรดไขมันอิสระมากน้อยเพียงใด ถ้าน้ำมันและผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียจะมีกรดไขมันอิสระมาก

การวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (peroxide value) เป็นการวัดปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่อยู่ในน้ำมันหรือไขมันที่เกิดขึ้นกับกรดไขมันอิ่มตัว และทำให้น้ำมันหรือไขมันเกิดการหืน

จากสมบัติของน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากกากมะพร้าวเหลือทิ้ง พบว่า มีความชื้น ค่ากรด ค่าเปอร์ออกไซด์ลดลง โดยในการน้ำมันมะพร้าวที่ผ่านการปรับปรุงไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ในขั้นต่อไป จะเลือกการปรับปรุงน้ำมันมะพร้าวด้วยเบนโทไนด์ในปริมาณร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก กวนที่ 80 องศาเซลเซียส 30 นาที กรอง แล้วนำไปพัฒนาเป็น โลชั่น สบู่ และลิปบาล์ม

4.2 การพัฒนาตำรับโลชั่นน้ำมันมะพร้าวจากการบิอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง

4.2.1 การพัฒนาสูตรโลชั่น

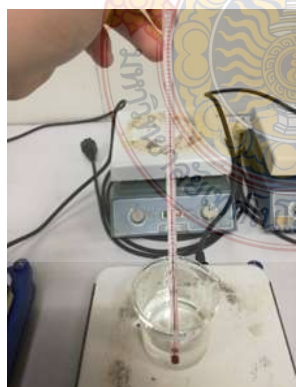
คัดเลือกสูตรโลชั่นที่เหมาะสมจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นระหว่างน้ำมันมะพร้าว และน้ำกลั่น จากสูตรโลชั่นในตารางที่ 4.2.1 และเตรียมโลชั่นตามขั้นตอนที่แสดงในรูปที่ 4.2.1 ทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเนื้อโลชั่นแต่ละสูตร เมื่อเตรียมเสร็จใหม่ๆ ได้ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4.2.2 - 4.2.3 และรูปที่ 4.2.2

ตารางที่ 4.2.1 สูตรโลชั่นที่ความเข้มข้นระหว่างน้ำมันมะพร้าว และน้ำกลั่นต่างกัน

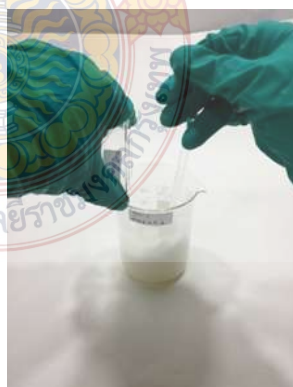
วัตถุดิบ	สารเคมี	สูตร								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
วัตถุดิบน้ำ	น้ำกลั่น (%)	83	73	63	53	43	33	23	13	3
	กลีเซอรีน (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2
วัตถุดิบน้ำมัน	น้ำมันมะพร้าว (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80
	เซียบัตเตอร์ (%)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	ซีทิวแอลกอฮอล์ (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	ซิลิโคนออยล์ 350(%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	ไอโซโพรพิลไมริสเตท (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	กรดสเตียริก (%)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	ทวิน 20(%)	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	พรีเซิร์ฟ ซีจี10 (%)	1	1	1	1	1	1	1	1	1



ละลายส่วนผสมที่ 1 ให้เข้ากัน โดยอุ่นในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิสูงถึง 70-75°C จนละลายเข้ากันดี (ไม่ควรตั้งไฟโดยตรง เพราะน้ำมันอาจไหม้ได้)



ละลายส่วนผสมที่ 2 ให้เข้ากันที่อุณหภูมิที่ 73-78 °C (ให้ อุณหภูมิของน้ำสูงกว่าอุณหภูมิของน้ำมัน 2-3 °C)



เทส่วนผสมที่ 1 ลงในส่วนที่ 2 ที่ละน้อย พร้อมทั้งคนเบา ๆ ติดต่อกันตลอดเวลา



กวนด้วยเครื่องไฮโดรจิเนเซอร์ 1 นาที แล้วตีด้วยเครื่องตีไข่ต่อไปจนได้ของเหลวข้นคล้ายครีมสลัด เมื่อส่วนผสมเย็นลง เทหาอุณหภูมิห้องแล้วเติมน้ำมันหอมระเหยลงไป ตีต่อไปอีก 20 นาที บรรจุในกระปุกหรือขวด

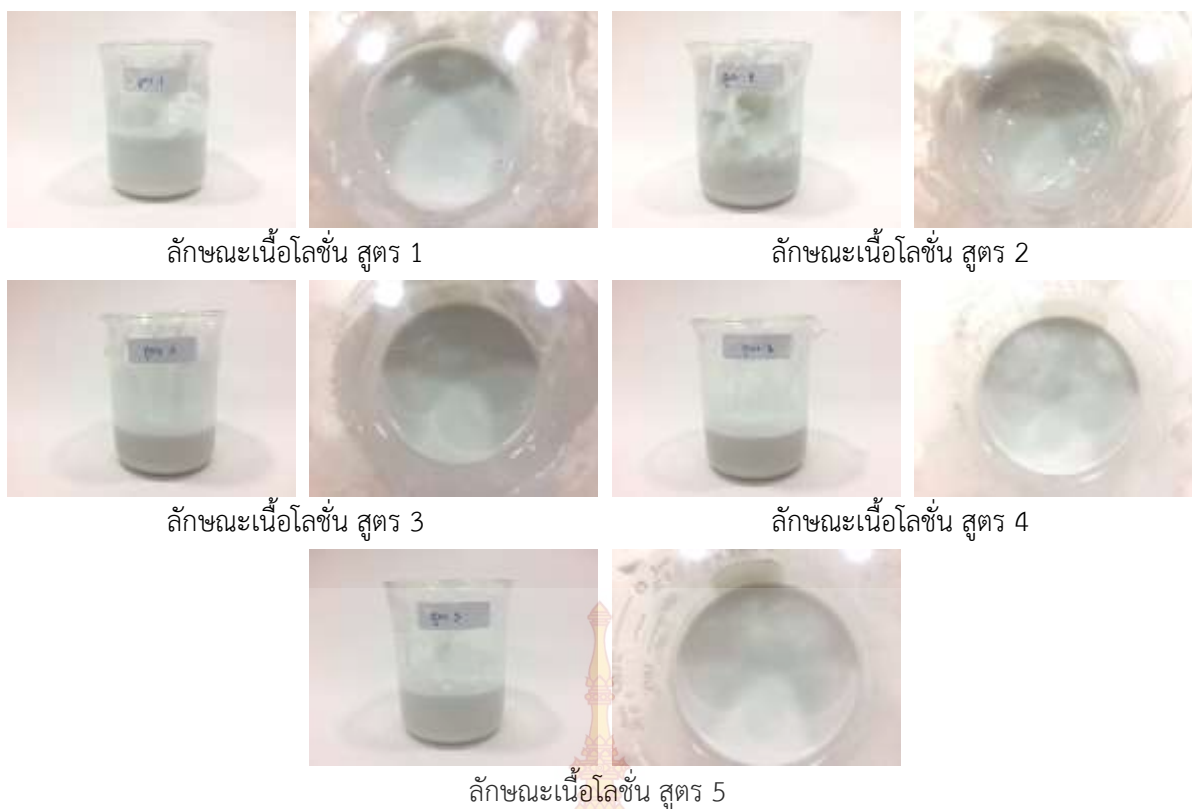
รูปที่ 4.2.1 ขั้นตอนการเตรียมโลชั่น

ตารางที่ 4.2.2 ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของสูตรโลชั่นแต่ละสูตร เมื่อเตรียมเสร็จใหม่ ๆ

สูตร โลชั่น	ลักษณะเนื้อโลชั่น	สี	กลิ่น	pH	การแยกชั้น	การไหล ของโลชั่น	ความรู้สึกเวลาทา
สูตร 1	เนียนละเอียด มีฟองอากาศ ค่อนข้างหนืด	ขาวอม ฟ้า	หอมอ่อน ๆ	4	ไม่แยกชั้น	+++	แตกตัวเป็นน้ำ ทาง่าย ซึม เข้าผิวได้ดี ไม่ทิ้งความมัน
สูตร 2	เนียนละเอียด เล็กน้อย หนืดมาก	ขาวอม ฟ้า	เหม็นหืน	4	ไม่แยกชั้น	++	ทาง่าย ซึมเข้าผิวได้ดี ทิ้ง ความมันเล็กน้อย ไม่ เหนอะหนะ
สูตร 3	เนียนละเอียด ค่อนข้างหนืด	ขาวอม ฟ้า	เหม็นหืน	4	ไม่แยกชั้น	+++	ทาง่าย ซึมเข้าผิวได้ดี ขณะ ทามีความมัน ทิ้งความมัน เล็กน้อย ไม่เหนอะหนะ
สูตร 4	เนื้อเนียน เหลว มาก	ขาวอม ฟ้า	เหม็นหืน	6	ไม่แยกชั้น	++++	ทาง่าย ซึมเข้าผิวได้ดี ขณะ ทามีความมัน ทิ้งความมัน เหนอะหนะ
สูตร 5	เนื้อเนียน เหลว มาก	ขาวอม ฟ้า	เหม็นหืน	6	ไม่แยกชั้น	++++	ทาง่าย ซึมเข้าผิวได้ดี ขณะ ทามีความมัน ทิ้งความมัน เหนอะหนะ
สูตร 6	เนื้อเนียน เหลว มาก	ขาวอม ฟ้า	เหม็นหืน	6	ไม่แยกชั้น	++++	ทาง่าย ซึมเข้าผิวได้ดี ขณะ ทามีความมัน ทิ้งความมัน ค่อนข้างมาก เหนอะหนะ
สูตร 7	เนื้อเนียน เหลว มาก	เหลือง อ่อน	เหม็นหืน	6	ไม่แยกชั้น	++++	ทาง่าย ซึมเข้าผิวได้ดี ขณะ ทามีความมัน ทิ้งความมัน มาก เหนอะหนะ
สูตร 8	เนื้อเนียน เหลว มาก	เหลือง อ่อน	เหม็นหืน	6	ไม่แยกชั้น	++++	ทาง่าย ซึมเข้าผิวได้ดี ขณะ ทามีความมัน ทิ้งความมัน มาก เหนอะหนะ
สูตร 9	เนื้อเนียน เหลว มาก	เหลือง น้ำมัน	เหม็นหืน	6	ไม่แยกชั้น	++++	ทาง่าย ซึมเข้าผิวได้ดี ขณะ ทามีความมัน ทิ้งความมัน มาก เหนอะหนะ

ตารางที่ 4.2.3 ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของสูตรโลชั่น หลังการทดสอบความคงตัวโดยวิธี Freeze and thaw cycle

สูตร โลชั่น	ลักษณะเนื้อ โลชั่น	สี	กลิ่น	pH	การแยกชั้น	การไหล ของโลชั่น	ความรู้สึกเวลาทา
สูตร 1	เนียนละเอียด มีฟองอากาศ ค่อนข้างหนืด	ขาวอมฟ้า	หอมอ่อน ๆ	4	ไม่แยกชั้น	++	แตกตัวเป็นน้ำ ทาง่าย ซึม เข้าผิวได้ดี ไม่ทิ้งความมัน
สูตร 2	เนียนละเอียด มีฟองอากาศ เล็กน้อย หนืด มาก	ขาวอมฟ้า	เหม็นหืน	4	ไม่แยกชั้น	+	ทาง่าย ซึมเข้าผิวได้ดี ขณะ ทามีความมัน ทิ้งความมัน เล็กน้อย ไม่เหนอะหนะ
สูตร 3	เนียนละเอียด ค่อนข้างหนืด	ขาวอมฟ้า	เหม็นหืน	4	ไม่แยกชั้น	++	ทาง่าย ซึมเข้าผิวได้ดี ขณะ ทามีความมัน ทิ้งความมัน เล็กน้อย ไม่เหนอะหนะ
สูตร 4	เนื้อเนียน เหลวมาก	ขาวอมฟ้า	เหม็นหืน	6	แยกชั้น	++++	ทาง่าย ซึมเข้าผิวได้ดี ขณะ ทามีความมัน ทิ้งความมัน เหนอะหนะ
สูตร 5	เนื้อเนียน เหลวมาก	ขาวอมฟ้า	เหม็นหืน	6	แยกชั้น	++++	ทาง่าย ซึมเข้าผิวได้ดี ขณะ ทามีความมัน ทิ้งความมัน เหนอะหนะ
สูตร 6	เนื้อเนียน เหลวมาก	ขาวอมฟ้า	เหม็นหืน	6	แยกชั้น	++++	ทาง่าย ซึมเข้าผิวได้ดี ขณะ ทามีความมัน ทิ้งความมัน ค่อนข้างมาก เหนอะหนะ
สูตร 7	เนื้อเนียน เหลวมาก	เหลือง อ่อน	เหม็นหืน	6	แยกชั้น	++++	ทาง่าย ซึมเข้าผิวได้ดี ขณะ ทามีความมัน ทิ้งความมัน มาก เหนอะหนะ
สูตร 8	เนื้อเนียน เหลวมาก	เหลือง อ่อน	เหม็นหืน	6	แยกชั้น	++++	ทาง่าย ซึมเข้าผิวได้ดี ขณะ ทามีความมัน ทิ้งความมัน มาก เหนอะหนะ
สูตร 9	เนื้อเนียน เหลวมาก	เหลือง น้ำมัน	เหม็นหืน	6	แยกชั้น	++++	ทาง่าย ซึมเข้าผิวได้ดี ขณะ ทามีความมัน ทิ้งความมัน มาก เหนอะหนะ



รูปที่ 4.2.2 ลักษณะของโลชั่นในแต่ละสูตร

จากการทดสอบลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของสูตรโลชั่น เมื่อเตรียมเสร็จใหม่ ๆ และหลังการทดสอบความคงตัวโดยวิธี Freeze and thaw cycle พบว่าโลชั่นที่เตรียมจากสูตร 2 มีคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี ความคงตัวและให้ความรู้สึกเวลาทาที่ดีที่สุด ดังนั้นจึงนำสูตรโลชั่นสูตรที่ 2 ซึ่งประกอบด้วย

วัฏภาคน้ำ	น้ำกลั่น	73%
	กลีเซอริน	2%
วัฏภาคน้ำมัน	น้ำมันมะพร้าว	10%
	เซียบัตเตอร์	1%
	ซีทิวแอลกอฮอล์	2%
	ซิลิโคนออยล์ 350	2%
	ไอโซโพรพิลไมริสเตท	2%
	กรดสเตียริก	3%
	ทวิน 20	4%
สารกันบูด	พรีเซิร์ฟ ซีจี10	1%

นำมาปรับปรุงคุณภาพในเรื่องของกลิ่น โดยการเติมน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้นร้อยละ 1-3 ในส่วนผสมอื่น ๆ แล้วลดปริมาณน้ำกลั่นลง แสดงส่วนผสมต่างๆ ในตารางที่ 4.2.4 ได้ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4.2.5-4.2.6

ตารางที่ 4.2.4 พัฒนาสูตรโลชั่นสูตร 2 โดยเติมน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้นต่างกัน

วัตถุดิบ	สารเคมี	สูตร		
		1	2	3
วัตถุดิบน้ำ	น้ำกลั่น (%)	72	71	70
	กลีเซอรีน (%)	2	2	2
วัตถุดิบน้ำมัน	น้ำมันมะพร้าว	10	10	10
	เซียบัตเตอร์ (%)	1	1	1
	ซีทิวแอลกอฮอล์ (%)	2	2	2
	ซิลิโคนออยล์ 350 (%)	2	2	2
	ไอโซโพรพิลไมริสเตท (%)	2	2	2
	กรดสเตียริก (%)	3	3	3
	ทรีน 20 (%)	4	4	4
สารกันบูด	พรีเซิร์ฟ ซีจี10 (%)	1	1	1
ส่วนผสมอื่น ๆ	น้ำมันหอมระเหย (%)	1	2	3

ตารางที่ 4.2.5 ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของโลชั่น สูตร 2 ที่เติมน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้นต่างกัน เมื่อเตรียมเสร็จใหม่ ๆ

การประเมิน	สูตร 2-1	สูตร 2-2	สูตร 2-3
ลักษณะเนื้อโลชั่น	เนื้อเนียนละเอียด	เนื้อเนียนละเอียด	เนื้อเนียนละเอียด
	ค่อนข้างหนืด	ค่อนข้างหนืด	ค่อนข้างหนืด
สี	ขาว	ขาว	ขาว
กลิ่น	กลิ่นหืน	หอมอ่อน ๆ	หอม
pH	4	4	4
การแยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น
การไหลของโลชั่น	++	++	++
ความรู้สึกเวลาทา	ทาง่าย ซึมเข้าผิวได้ดี ทั้ง ความมันเล็กน้อย ไม่ เหนอะหนะ	ทาง่าย ซึมเข้าผิวได้ดี ทั้ง ความมันเล็กน้อย ไม่ เหนอะหนะ	ทาง่าย ซึมเข้าผิวได้ดี ทั้ง ความมันเล็กน้อย ไม่ เหนอะหนะ

ตารางที่ 4.2.6 ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของโลชั่น สูตร เมื่อใส่น้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน หลังการทดสอบความคงตัวโดยวิธี Freeze and thaw cycle

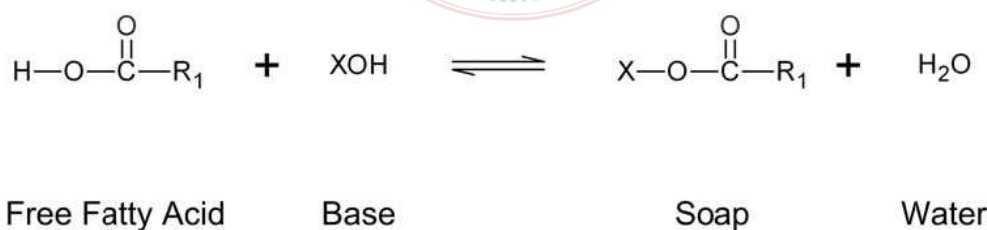
การประเมิน	สูตร 2-1	สูตร 2-2	สูตร 2-3
เนื้อเนียนละเอียด	ค่อนข้างหนืด	เนื้อเนียนละเอียด	เนื้อเนียนละเอียด
ลักษณะเนื้อโลชั่น	หนืด	ค่อนข้างหนืด	ค่อนข้างหนืด
สี	ขาว	ขาว	ขาว
กลิ่น	กลิ่นหืน	หอมอ่อน ๆ	หอม
pH	4	4	4
การแยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น	ไม่แยกชั้น
การไหลของโลชั่น	+	+	+
	ทาง่าย ซึมเข้าผิวได้ดี ทั้ง	ทาง่าย ซึมเข้าผิวได้ดี ทั้ง	ทาง่าย ซึมเข้าผิวได้ดี ทั้ง
ความรู้สึกเวลาทา	ความมันเล็กน้อย ไม่เหนอะหนะ	ความมันเล็กน้อย ไม่เหนอะหนะ	ความมันเล็กน้อย ไม่เหนอะหนะ

จากการนำโลชั่นสูตรมี 2 มา เติมน้ำมันหอมระเหยเพื่อให้มีกลิ่นหอมยิ่งขึ้น โดยเติมน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้นร้อยละ 1-3 ในส่วนผสมอื่น ๆ แล้วลดปริมาณน้ำกลั่นลง ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของสูตรโลชั่น เมื่อเตรียมเสร็จใหม่ ๆ และหลังการทดสอบความคงตัวโดยวิธี Freeze and thaw cycle สูตร 2-1, 2-2, และ 2-3 มีคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี ความคงตัวและให้ความรู้สึกเวลาทาดีเหมือนกัน

4.3 การทำสบู่จากน้ำมันที่ได้จากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง

4.3.1 การหาค่าหาค่าสaponification number (saponification number) ของน้ำมันมะพร้าว

การผลิตสบู่จากน้ำมันมะพร้าวได้จากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้งใช้วิธีการผลิตอาศัยหลักการเกิดปฏิกิริยาของสบู่ หรือเรียกว่าปฏิกิริยาสaponification (saponification reaction) (รูปที่ 4.3.1)



X = Na, K, etc.

รูปที่ 4.3.1 ปฏิกิริยาการเกิดสบู่

ผลพลอยได้จากปฏิกิริยาคือ กลีเซอริน ซึ่งเป็นสารให้ความชุ่มชื้นแก่ผิว จากปฏิกิริยาจะเห็นว่า ต่างและไขมันเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดลักษณะสบู่และสมบัติของสบู่ ถ้าใช้ต่างเป็นโซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือโซดาไฟ สบู่ที่ผลิตได้จะเป็นสบู่ก้อน ถ้าใช้ต่างเป็นโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์จะได้สบู่เหลว

ในการเตรียมสบู่ ต้องมีการคำนวณปริมาณของน้ำมันและด่าง เพื่อให้ทำปฏิกิริยากันพอดี เพราะถ้ามีปริมาณต่างเหลืออยู่มากจะก่อให้เกิดความระคายเคืองต่อผู้ใช้ได้ การคำนวณปริมาณต่างจะคิดจากค่าสaponification number ของน้ำมันมะพร้าว

ค่าสaponification number คือค่าที่ใช้บอกปริมาณเป็นมิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ทำปฏิกิริยาพอดีกับน้ำมัน 1 กรัม

หาค่าสaponification number (saponification number, SN) ของน้ำมันมะพร้าว โดยรีฟลักซ์น้ำมันมะพร้าว 5.00 กรัม ด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในเอทานอล 0.5 โมลาร์ ปริมาตร 50 มิลลิลิตร นาน 30 นาที ทิ้งให้สารละลายเย็นตัวแล้วไตเตรตด้วยสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก 0.5 โมลาร์ โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ (รูปที่ 4.3.2) ได้ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.3.1



รีฟลักซ์น้ำมันมะพร้าวด้วย KOH



ทิ้งให้สารละลายเย็น



ไทเทรตด้วย HCl 0.5 M ใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์

รูปที่ 4.3.2 ขั้นตอนการหาค่าสaponification number ของน้ำมันมะพร้าว

ตารางที่ 4.3.1 ค่าสaponification number ของน้ำมันมะพร้าว

ครั้งที่ทดสอบ	ตัวอย่างที่ทดสอบ						
	น้ำมันมะพร้าว (ไม่ปรับปรุง)				น้ำมันมะพร้าว (ปรับปรุง)		
	Blank	Titrant (mL)	น้ำหนักตัวอย่าง (g)	SN (mg)	Titrant (mL)	น้ำหนักตัวอย่าง (g)	SN (mg)
1	35.4	3.70	5.0204	179.42	3.45	5.0107	181.16
2	36.55	3.65	5.0230	179.61	3.3	5.0107	182.00
3	35.7	3.70	5.0576	178.10	4.1	5.0034	177.79
4	35.9	3.50	5.0006	181.25	2.8	5.0513	183.31
5	35.8	3.55	5.0073	180.73	2.8	5.0549	183.18
เฉลี่ย	35.87			179.82			181.49

ผลการศึกษาค่าสaponิฟิเคชัน พบว่า น้ำมันมะพร้าวที่ไม่ผ่านการปรับปรุง และที่ผ่านการปรับปรุง จะมีค่าสaponิฟิเคชัน อยู่ในช่วง 179.42 – 181.25 มิลลิกรัม และ 177.79 – 183.31 มิลลิกรัม ตามลำดับ ในการพัฒนาตัวรับสบู่ จะใช้ปริมาณของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ และโซเดียมไฮดรอกไซด์ในปริมาณที่ลดลงอย่างน้อยร้อยละ 5 ของปริมาณที่ใช้ทั้งหมด

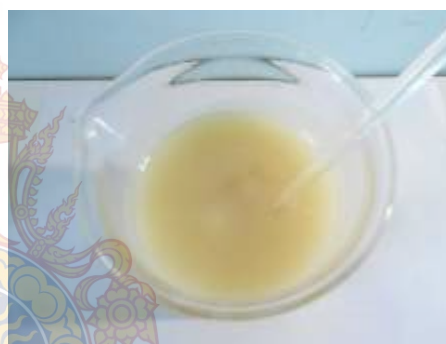
การพัฒนาตัวรับสบู่ก้อน จะใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์เริ่มต้นที่ 12.3 กรัม ต่อน้ำมันมะพร้าว 100 กรัม และการพัฒนาตัวรับสบู่เหลว จะใช้ปริมาณโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เริ่มต้นที่ 17.1 กรัม ต่อน้ำมันมะพร้าว 100 กรัม

4.3.2 การศึกษาปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสม สำหรับการทำสบู่ก้อน

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ตามปริมาณที่ได้จากค่าสaponิฟิเคชัน ในน้ำกรอง 45.0 กรัม คนให้ละลาย ตั้งทิ้งไว้ให้เท่ากับอุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำมันมะพร้าว 100 g ในปิกรอร์ขนาด 250 mL เทสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในปิกรอร์ที่มีน้ำมันมะพร้าว อย่างช้าๆ พร้อมคนให้เข้ากัน จนของเหลวมีลักษณะสีขาวขุ่น เทของเหลวลงในแม่พิมพ์ ตั้งทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้นนำก้อนสบู่ออกจากพิมพ์ (ขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 4.3.3) สบู่ที่แกะออกจากพิมพ์นำไปตั้งไว้ในที่มีอากาศถ่ายเท เป็นเวลา 2 อาทิตย์ สังเกตและบันทึกผลทางกายภาพของก้อนสบู่ที่ได้ และหาค่าพีเอชของสบู่ โดยนำเนื้อสบู่มาละลายในน้ำกลั่น ได้ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4.3.2



น้ำมันมะพร้าว และโซเดียมไฮดรอกไซด์



ของผสมระหว่างน้ำมันมะพร้าวและโซเดียมไฮดรอกไซด์



เทใส่แม่พิมพ์



ลักษณะสบู่ที่ได้หลังจากทิ้งไว้สองอาทิตย์

รูปที่ 4.3.3 ขั้นตอนการทำสบู่แข็ง

ตารางที่ 4.3.2 ผลการศึกษาปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสม สำหรับการทำสบู่ก้อน

น้ำมัน มะพร้าว (g)	น้ำ (g)	NaOH (g)	ลักษณะก้อนสบู่	ค่าพีเอช	หมายเหตุ
100	45	12.3	นิ่ม 	9.67	มีน้ำมันซึม ออกมา
100	45	13.3	นิ่ม 	9.78	มีน้ำมันซึม ออกมา
100	45	14.3	นิ่ม 	9.77	มีน้ำมันซึม ออกมา
100	45	15.3	แข็ง 	9.89	มีน้ำมันซึม ออกมา

น้ำมัน มะพร้าว (g)	น้ำ (g)	NaOH (g)	ลักษณะก่อนสุญ	ค่าพีเอช	หมายเหตุ
100	45	16.3	แข็ง	9.93	-
100	45	17.3	แข็งมาก	9.96	-
100	45	18.3	แข็งมาก	10.05	-

ผลการศึกษาปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสม สำหรับการทำสบู่ก้อน พบว่า ในช่วงปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ตั้งแต่ 12.3 กรัม ถึง 14.3 กรัม ลักษณะก่อนสบู่ที่ได้จะนิ่ม เสียรูปได้ง่าย ในช่วงปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ตั้งแต่ 15.3 กรัม ถึง 16.3 กรัม ลักษณะก่อนสบู่ที่ได้จะแข็ง รูปทรงคงที่ และในช่วงปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ตั้งแต่ 17.3 กรัม ขึ้นไป ลักษณะก่อนสบู่ที่ได้จะแข็งมาก

ในช่วงปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ตั้งแต่ 12.3 กรัม ถึง 15.3 กรัม ก้อนสบู่มีน้ำมันซึมออกมาในช่วงที่แกะออกมาจากแม่แบบ แต่ในช่วงตั้งแต่ 16.3 กรัม ไม่พบลักษณะดังกล่าว

พิจารณาค่าพีเอช ของสบู่ก้อน พบว่า ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ 18.3 กรัม มีค่าพีเอชที่ก่อให้เกิดการระคายเคืองได้ ดังนั้น ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสมที่ สำหรับทำสบู่ก้อน คือ 16.3 กรัม และ 17.3 กรัม

4.3.3 การศึกษาปริมาณของน้ำที่เหมาะสม สำหรับการทำสบู่ก้อน (ฉันทรา 2548)

ซิงโซเดียมไฮดรอกไซด์ 16.3 กรัม ละลายในน้ำกรองที่ปริมาณ 35, 40, 45, 50 และ 55 กรัม คนให้ละลาย ตั้งทิ้งไว้ให้เท่ากับอุณหภูมิห้อง ซังน้ำมันมะพร้าว 100 กรัม ในปิกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร เทสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ลงในปิกเกอร์ที่มีน้ำมันมะพร้าว อย่างช้าๆ พร้อมคนให้เข้ากัน จนของเหลวมีลักษณะสีขาวขุ่น เทของเหลวลงในแม่พิมพ์ ตั้งทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้นนำก้อนสบู่ออกจากพิมพ์ นำไปตั้งไว้ในที่มีอากาศถ่ายเท เป็นเวลา 2 อาทิตย์ สังเกตและบันทึกผลทางกายภาพของก้อนสบู่ที่ได้ และหาค่าพีเอชของสบู่ โดยนำเนื้อสบู่มาละลายในน้ำกลั่น ได้ผลแสดงในตารางที่ 4.3.3

ตารางที่ 4.3.3 การศึกษาปริมาณของน้ำที่เหมาะสม สำหรับการทำสบู่ก้อน

น้ำมัน มะพร้าว (g)	น้ำ (g)	NaOH (g)	ลักษณะก้อนสบู่	ค่าพีเอช	หมายเหตุ
100	35	16.3	แข็งมาก	9.95	-
100	40	16.3	แข็ง	9.96	-
100	45	16.3	แข็ง	9.96	-

น้ำมัน มะพร้าว (g)	น้ำ (g)	NaOH (g)	ลักษณะก้อนสบู่	ค่าพีเอช	หมายเหตุ
100	50	16.3	นิ่ม	9.93	มีของเหลวซึม ออกมา
100	55	16.3	นิ่ม	9.95	มีของเหลวซึม ออกมา

ผลการศึกษาปริมาณของน้ำที่เหมาะสมสำหรับทำสบู่ก้อน พบว่า ที่ปริมาณน้ำ 35 , 40 และ 45 กรัม ก้อนสบู่ที่ได้มีลักษณะแข็ง คงรูป

4.3.4 การทดสอบสบู่ตัว (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 2552)

ทดสอบสบู่ โดยนำสบู่ก้อน สบู่ก้อนที่มีส่วนประกอบ น้ำมันมะพร้าว 100 กรัม โซเดียมไฮดรอกไซด์ 16.3 กรัม และ น้ำ 45 กรัม มาทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสบู่ตัว ได้ผลทดสอบตามตารางที่ 4.3.4

ตารางที่ 4.3.4 ผลการทดสอบสบู่ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสบู่ตัว

การทดสอบ	ค่ามาตรฐาน	ทดสอบซ้ำ			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ไฮดรอกไซด์อิสระ คำนวณเป็น NaOH (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ไม่เกิน 0.05	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
ไขมันทั้งหมด(ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ไม่น้อยกว่า	74.1	71.0	70.9	72.0
	76.5				

สบู่ที่ผลิตจากน้ำมันมะพร้าวจากกากมะพร้าวเหลือทิ้ง โดยใช้ น้ำมัน 100 กรัม โซเดียมไฮดรอกไซด์ 16.3 กรัม และ น้ำ 45 กรัม พบว่าผลิตภัณฑ์สบู่ที่ได้ มีค่าเป็นไปตามผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสบู่ตัว ซึ่งได้นำมาเติมแต่งกลิ่นได้เป็นผลิตภัณฑ์แสดงในรูปที่ 4.3.4



รูปที่ 4.3.4 ผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนจากน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากกากมะพร้าวเหลือทิ้ง

4.3.4 การศึกษาปริมาณโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสม สำหรับการทำสบู่เหลว

ทดลองหาปริมาณโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสม โดยแปรผันปริมาณโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 17.1, 21.1, 23.1, 25.1, 27.1 กรัม ต่อน้ำมันมะพร้าว 100 กรัม ให้ความร้อนนาน 30-50 นาที เตรียมสบู่เหลวตามขั้นตอนในรูปที่ 4.3.5 โดยชั่งน้ำมันมะพร้าวปริมาณ 500 กรัม ลงในหม้อตุ๋น ที่ตั้งอุณหภูมิไว้สูงสุด ทำให้น้ำมันมะพร้าวร้อนขึ้นจนได้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ชั่งโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ตามปริมาณที่หาได้จากค่าสaponification ลงในน้ำกรองปริมาณ 500.0 กรัม คนให้ละลาย เทสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ลงในหม้อตุ๋นอย่างช้าๆ จากนั้นปั่นสารละลายภายในหม้อ โดยใช้เครื่องปั่นมือถือ จนสารในหม้อเริ่มหนืด ปิดฝาหม้อไว้ประมาณ 10 – 15 นาที จนสารในหม้อแข็งตัว กวนสารในหม้อตุ๋น อย่างช้าๆ จากนั้นเก็บตัวอย่างมาละลายในน้ำร้อน ทุกๆ 30 นาที จนกว่าตัวอย่างที่นำมาละลายในน้ำร้อนจะมีลักษณะใส ไม่ขุ่นมัว (วิธีทดสอบแสดงในรูปที่ 4.3.6) ซึ่งสิ่งที่ได้ คือ หัวสบู่ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.3.6-4.3.10 นำหัวสบู่ที่ได้ พักไว้ในภาชนะปิด 1 คืน จากนั้นนำมาละลายในน้ำร้อนในอัตราส่วนหัวสบู่ต่อน้ำร้อน (1:1) ทิ้งไว้ให้สบู่เหลวมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง จากนั้นนำมาทดสอบค่าพีเอช



ตุนน้ำมันมะพร้าวที่ 70 องศาเซลเซียส



ละลาย KOH ในน้ำกรอง



เทสารละลาย KOH ลงในหม้อตุนอย่างช้าๆ



ปั่นสารละลาย โดยใช้เครื่องปั่นมือถือ จนสารเริ่มหนืด



ปิดฝาประมาณ 10 – 15 นาที จนสารแข็งตัว



กวนสารในหม้อตุน ช้าๆ



เก็บตัวอย่าง มาละลายในน้ำร้อน ทุกๆ 30 นาที จนกว่าตัวอย่างที่นำมาละลายในน้ำร้อนจะมีลักษณะใส ไม่ขุ่น
ซึ่งสิ่งที่ได้ คือ หัวสบู่

รูปที่ 4.3.5 ขั้นตอนการเตรียมหัวสบู่



ขุ่น



เริ่มใส

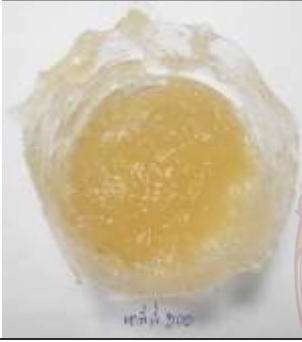


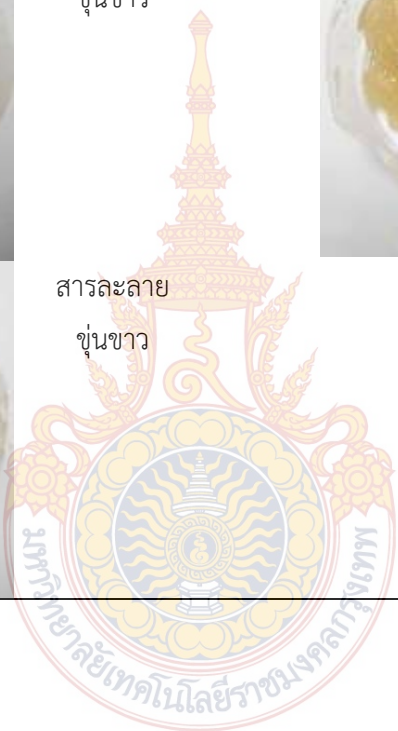
ใส

รูปที่ 4.3.6 การทดสอบการละลายน้ำของหัวสบู่

ตารางที่ 4.3.5 การตุ๋นสบู่เหลว โดยใช้ปริมาณโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 17.1 :100 กรัม ที่เวลาต่างกัน

เวลา (นาที)	ลักษณะเนื้อสบู่	ผลการ ทดสอบกับ น้ำร้อน	เวลา (นาที)	ลักษณะเนื้อสบู่	ผลการ ทดสอบกับ น้ำร้อน
0		สารละลาย ขุ่นขาว	30		สารละลาย ขุ่นขาว
60		สารละลาย ขุ่นขาว	90		สารละลาย ขุ่นขาว
120		สารละลาย ขุ่นขาว			สารละลาย ขุ่นขาว

เวลา (นาที)	ลักษณะเนื้อสปู่	ผลการ ทดสอบกับ น้ำร้อน	เวลา (นาที)	ลักษณะเนื้อสปู่	ผลการ ทดสอบกับ น้ำร้อน
180		สารละลาย ขุ่นขาว	210		สารละลาย ขุ่นขาว
240		สารละลาย ขุ่นขาว	270		สารละลาย ขุ่นขาว
300		สารละลาย ขุ่นขาว			



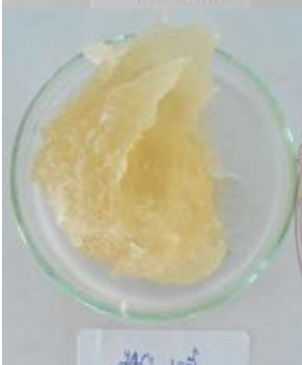
ตารางที่ 4.3.6 การตุ๋นสบู์เหลว โดยใช้ปริมาณโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 21.1 :100 กรัม ที่เวลาต่างกัน

เวลา (นาที)	ลักษณะเนื้อสบู์	ผลการ ทดสอบกับ น้ำร้อน	เวลา (นาที)	ลักษณะเนื้อสบู์	ผลการ ทดสอบกับ น้ำร้อน
0		สารละลาย ขุ่นขาว	30		สารละลาย ขุ่นขาว
60		สารละลาย ขุ่นขาว	90		สารละลาย ขุ่นขาว
120		สารละลาย ขุ่นขาว			สารละลาย ขุ่นขาว
180		สารละลาย ขุ่นขาว	210		สารละลาย ขุ่นขาว

เวลา (นาทีก)	ลักษณะเนื้อสบู่	ผลการ ทดสอบกับ น้ำร้อน	เวลา (นาทีก)	ลักษณะเนื้อสบู่	ผลการ ทดสอบกับ น้ำร้อน
240		สารละลาย ใส			

ตารางที่ 4.3.7 การตุ๋นสบู่เหลว โดยใช้ปริมาณโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 23.1 :100 กรัม ที่เวลาต่างกัน

เวลา (นาทีก)	ลักษณะเนื้อสบู่	ผลการ ทดสอบกับ น้ำร้อน	เวลา (นาทีก)	ลักษณะเนื้อสบู่	ผลการ ทดสอบกับ น้ำร้อน
0		สารละลาย ขุ่นขาว	30		สารละลาย ขุ่นขาว
60		สารละลาย ขุ่นขาว	90		สารละลาย ขุ่นขาว

เวลา (นาที)	ลักษณะเนื้อสปู่	ผลการ ทดสอบกับ น้ำร้อน	เวลา (นาที)	ลักษณะเนื้อสปู่	ผลการ ทดสอบกับ น้ำร้อน
120		สารละลาย ขุ่นขาว			สารละลาย ขุ่นขาว
180		สารละลาย ขุ่นขาว	210		สารละลาย ขุ่นขาว
240		สารละลาย ใส			

ตารางที่ 4.3.8 การตุ๋นสบู์เหลว โดยใช้ปริมาณโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 25.1 :100 กรัม ที่เวลาต่างกัน

เวลา (นาที)	ลักษณะเนื้อสบู์	ผลการ ทดสอบกับ น้ำร้อน	เวลา (นาที)	ลักษณะเนื้อสบู์	ผลการ ทดสอบกับ น้ำร้อน
0		สารละลาย ขุ่นขาว	30		สารละลาย ขุ่นขาว
60		สารละลาย ขุ่นขาว	90		สารละลาย ขุ่นขาว
120		สารละลาย ขุ่นขาว	150		สารละลาย ขุ่นขาว
180		สารละลาย ใส	210		สารละลาย ใส

เวลา (นาทีก)	ลักษณะเนื้อสบู่	ผลการ ทดสอบกับ น้ำร้อน	เวลา (นาทีก)	ลักษณะเนื้อสบู่	ผลการ ทดสอบกับ น้ำร้อน
240		สารละลาย ใส			

ตารางที่ 4.3.9 การตุ๋นสบู่เหลว โดยใช้ปริมาณโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 27.1 :100 กรัม ที่เวลาต่างกัน

เวลา (นาทีก)	ลักษณะเนื้อสบู่	ผลการ ทดสอบกับ น้ำร้อน	เวลา (นาทีก)	ลักษณะเนื้อสบู่	ผลการ ทดสอบกับ น้ำร้อน
0		สารละลาย ขุ่นขาว	30		สารละลาย ขุ่นขาว
60		สารละลาย ขุ่นขาว	90		สารละลาย ขุ่นขาว
120		สารละลาย ขุ่นขาว			สารละลาย ขุ่นขาว

เวลา (นาทีก)	ลักษณะเนื้อสบู่	ผลการ ทดสอบกับ น้ำร้อน	เวลา (นาทีก)	ลักษณะเนื้อสบู่	ผลการ ทดสอบกับ น้ำร้อน
180		สารละลาย ขุ่นขาว	210		สารละลาย ขุ่นขาว
240		สารละลาย ขุ่นขาว	270		สารละลาย ใส

จากผลการเตรียมสบู่เหลวสรุปได้ดังตารางที่ 4.3.10

ตารางที่ 4.3.10 การศึกษาปริมาณโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสม สำหรับการทำสบู่เหลว

อัตราส่วน น้ำมันมะพร้าว(g): KOH (g)	น้ำมันมะพร้าว (g)	น้ำ (g)	KOH (g)	เวลาที่ใช้ตุ๋น (นาทีก)	ค่าพีเอช
100 : 17.1	500	500	85.5	> 300	-
100 : 19.1	500	500	95.5		
100 : 21.1	500	500	105.5	240	11.34
100 : 23.1	500	500	115.5	240	11.35
100 : 25.1	500	500	125.5	180	11.33
100 : 27.1	500	500	135.5	270	11.40

สูตรในการทดสอบมาตรฐาน ใช้ ที่ 25.1 g เนื่องจาก ใช้เวลาในการตุ๋น น้อยที่สุด ค่าพีเอชที่วัดได้หลังจากทำเป็นสบู่เหลวแล้ว มีค่าใกล้เคียงกัน นำสบู่เหลวที่เตรียมได้ มาทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสบู่เหลว ได้ผลทดสอบตามตารางที่ 4.3.11

ตารางที่ 4.3.11 ทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสบู่เหลว (กระทรวงอุตสาหกรรม 2551)

การทดสอบ	ค่ามาตรฐาน	ทดสอบซ้ำ			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ค่าพีเอช	8 - 11	11.35	11.40	11.37	11.37
ไฮดรอกไซด์อิสระ คำนวณเป็น NaOH (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ไม่เกิน 0.05	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
ไขมันทั้งหมด ร้อยละโดย (น้ำหนัก)	ไม่ต่ำกว่า 15	23	24	23	23
สารที่ไม่ละลายในเอทานอล (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ไม่เกิน 2.0				

สบู่เหลวที่ผลิตจากกากมะพร้าวเหลือทิ้ง โดยใช้อัตราส่วน น้ำมันมะพร้าว(g): KOH (g) เท่ากับ 100 : 25.1 น้ำ 500 g ตุ่น 180 นาที พบว่าผลิตภัณฑ์สบู่เหลวที่ได้ มีค่าเป็นไปตามผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสบู่ถูตัว ซึ่งได้นำมาเติมแต่งกลิ่นได้เป็นผลิตภัณฑ์แสดงในรูปที่ 4.3.6



รูปที่ 4.3.7 ผลิตภัณฑ์สบู่เหลว

4.4 การทำลิปบาล์ม

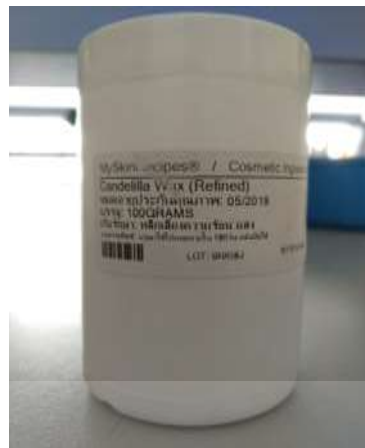
ส่วนผสมในการทำลิปบาล์ม แสดงในรูปที่ 4.4.1 นำส่วนผสมมาละลาย กวนช้า ๆ เร็ว ๆ จนละลายเป็นเนื้อเดียวกัน เทใส่บรรจุภัณฑ์ตามต้องการ ก่อนที่ลิปจะแข็งตัว



น้ำมันมะพร้าว



แคนเดิลลาล่า แวกซ์ (Candelilla Wax)



รูปที่ 4.4.1 ส่วนผสมในการทำลิปบาล์ม

ทดลองหาสูตรที่เหมาะสมในการทำลิปบาล์มจากน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง ตามอัตราส่วนที่แสดงในตารางที่ 4.4.1 ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนแวกซ์ละลายเป็นเนื้อเดียวกับน้ำมัน จากนั้นเทลงในแม่แบบพลาสติก ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องประมาณ 1 ชั่วโมง จึงแกะออกจากแบบ

ตารางที่ 4.4.1 อัตราส่วนแคนเดิลลาล่า แวกซ์ ต่อ น้ำมันมะพร้าว ในการทำลิปบาล์มจากน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง

สูตรที่	อัตราส่วนแคนเดิลลาล่า แวกซ์ ต่อ น้ำมันมะพร้าว
1	1:1
2	1:1.5
3	1:2
4	1:2.5
5	1:3
6	1:3.5

นำลิปบาล์มที่แกะออกจากแบบ มาทดสอบผลิตภัณฑ์ ตาม มอก. 234-2559 (กระทรวงอุตสาหกรรม 2560)

ผลการทดสอบ

(1) สีของลิปบาล์ม

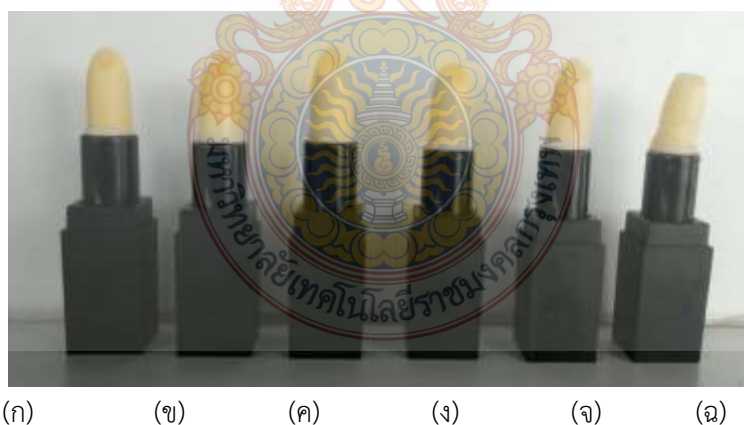
ปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่ใส่ลงไปผสมกับแคนเดิลล้า แวกซ์สูงขึ้น ส่งผลให้สีของลิปบาล์มมีความขาวเพิ่มขึ้น และที่อัตราส่วนแคนเดิลล้า แวกซ์ ต่อ น้ำมันมะพร้าว 1:3.5 พบว่าการถอดแท่งลิปบาล์มออกจากแม่แบบซิลิโคนทำได้ยาก โดยเฉพาะบริเวณส่วนปลายของแท่งที่มีความแหลม (รูปที่ 4.4.2(ฉ)) ทั้งนี้เนื่องจากการใส่น้ำมันมะพร้าวในส่วนผสมของลิปบาล์ม ทำให้เนื้อลิปบาล์มมีความอ่อนนิ่มมากขึ้น



รูปที่ 4.4.2 สีของลิปบาล์ม เมื่อใช้อัตราส่วนแคนเดิลล้า แวกซ์ ต่อ น้ำมันมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างกัน
(ก) 1:1 (ข) 1:1.5 (ค) 1:2 (ง) 1:2.5 (จ) 1:3 (ฉ) 1:3.5

(2) จุดโค้งงอ

ทดสอบจุดโค้งงอของลิปบาล์มสูตรต่างๆ ได้ผลทดสอบแสดงในรูปที่ 4.4.3 และตารางที่ 4.4.2



รูปที่ 4.4.3 จุดโค้งตัวของลิปบาล์ม เมื่อใช้อัตราส่วนแคนเดิลล้า แวกซ์ ต่อ น้ำมันมะพร้าวที่อัตราส่วนต่างกัน
(ก) 1:1 (ข) 1:1.5 (ค) 1:2 (ง) 1:2.5 (จ) 1:3 (ฉ) 1:3.5

ตารางที่ 4.4.2 จุดโค้งตัวของลิปบาล์ม เมื่อใช้อัตราส่วนแคนเดิลล้า แวกซ์ ต่อ น้ำมันมะพร้าว

สูตรที่	อัตราส่วนแคนเดิลล้า แวกซ์ ต่อ น้ำมันมะพร้าว	จุดโค้งงอ (มิลลิเมตร)
1	1:1	0
2	1:1.5	0
3	1:2	0

4	1:2.5	1.53 ± 0.42
5	1:3	6.10 ± 0.36
6	1:3.5	8.53 ± 0.47

(3) จุดหลอมตัว

ทดสอบจุดหลอมตัวของลิปบาล์มสูตรต่างๆ ได้ผลทดสอบแสดงในตารางที่ 4.4.3

ตารางที่ 4.4.3 จุดหลอมตัวของลิปบาล์ม เมื่อใช้อัตราส่วนแคนเดิลล่า แวกซ์ ต่อ น้ำมันมะพร้าว

สูตรที่	อัตราส่วนแคนเดิลล่า แวกซ์ ต่อ น้ำมันมะพร้าว	จุดหลอมตัว (องศาเซลเซียส)
1	แคนเดิลล่า แวกซ์	70.2 ± 0.76
2	1:1	63.7 ± 0.29
3	1:1.5	61.3 ± 0.29
4	1:2	58.3 ± 0.58
5	1:2.5	56.2 ± 0.29
6	1:3	54.3 ± 0.29
7	1:3.5	52.2 ± 0.76

ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม 234-2559 จุดหลอมตัวของลิปบาล์มแท่งต้องไม่ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส และจุดโค้งงอของลิปบาล์มไม่เกิน 5 มิลลิเมตรที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ดังนั้นอัตราส่วนแคนเดิลล่า แวกซ์ ต่อ น้ำมันมะพร้าวที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือ อัตราส่วนแคนเดิลล่า แวกซ์ 1 ต่อ น้ำมันมะพร้าว 1-1.5



รูปที่ 4.4.4 ผลิตภัณฑ์ลิปบาล์มจากน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากกากมะพร้าวเหลือทิ้ง

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันมะพร้าวจากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง

โซเดียมคลอไรด์ ไม่สามารถลดความชื้น และความเข้มข้นของน้ำมันมะพร้าวได้

ถ่านกัมมันต์ กระบวนการปรับปรุงทำได้โดยเติมถ่านกัมมันต์ปริมาณร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนักของน้ำมันพืช ให้ความร้อน 80 องศาเซลเซียส กวน 30 นาที แล้วนำไปกรอง น้ำมันที่ได้มีปริมาณความชื้นร้อยละ 0.46 ค่ากรด 6.14 มิลลิกรัม/กรัม ค่าเพอร์ออกไซด์ 8.98 มิลลิกรัม/กรัม

เบนโทไนต์ กระบวนการปรับปรุงทำได้โดยเติมเบนโทไนต์ปริมาณร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนักของน้ำมันพืช ให้ความร้อน 80 องศาเซลเซียส กวน 30 นาที แล้วนำไปกรอง น้ำมันที่ได้มีปริมาณความชื้นร้อยละ 0.34 ค่ากรด 6.36 มิลลิกรัม/กรัม ค่าเพอร์ออกไซด์ 6.77 มิลลิกรัม/กรัม

ผลจากการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากกากมะพร้าวเหลือทิ้ง เมื่อใช้ปริมาณสารดูดซับเท่ากัน พบว่าถ่านกัมมันต์สามารถค่ากรด ได้ดีกว่าเบนโทไนต์ แต่ยังมีค่าเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 203-2520) และเบนโทไนต์สามารถลดความชื้นและปริมาณเปอร์ออกไซด์ในน้ำมันลงได้ดีกว่าถ่านกัมมันต์ โดยปริมาณเปอร์ออกไซด์หลังการปรับสภาพด้วยเบนโทไนต์มีปริมาณเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

5.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำมันมะพร้าวจากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง

นำน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้งหลังจากการปรับสภาพด้วยเบนโทไนต์มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ โลชั่น สบู่แข็ง สบู่เหลว และลิปบาล์ม

5.2.1 การพัฒนาสูตรโลชั่น

จากการคัดเลือกสูตรโลชั่นที่ผลิตจากน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้ง ทั้งหมด 9 สูตร พบว่าสูตรที่เหมาะสมคือ สูตรที่ 2 คือใช้น้ำมันมะพร้าวร้อยละ 10 น้ำกลั่นร้อยละ 70-72 กลีเซอรินร้อยละ 2 ที่เหลือเป็นส่วนผสมอื่นๆ ได้โลชั่นเนื้อเนียนละเอียด มีความคงตัว ทาง่าย ซึมเข้าสู่ผิวได้ดี ไม่เหนอะหนะ

5.2.2 การพัฒนาสบู่

การผลิตสบู่จากน้ำมันมะพร้าวได้จากการบีบอัดกากมะพร้าวเหลือทิ้งใช้วิธีการผลิตอาศัยหลักการเกิดปฏิกิริยาของสบู่ หรือเรียกว่าปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน (saponification reaction)



สูตรที่เหมาะสมในการทำสบู่ก้อนคือใช้น้ำมันมะพร้าว 100 กรัม โซเดียมไฮดรอกไซด์ 16.3 กรัม น้ำ 45 กรัม โดยการเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ก่อน แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ค่อยๆ เทสารละลายต่างลงในน้ำมัน ใช้ไม้พาย

กวนสม่ำเสมอ และกวนให้เข้ากันได้มากที่สุด เมื่อกวนประมาณ 30 นาที สารผสมที่ได้จะค่อนข้างหนืดมีสีขุ่นขาว และเนื้อเนียนดี เติมน้ำมันหอมระเหย กวนต่ออีกประมาณ 15 นาที แล้วจึงเทลงในพิมพ์ ใช้พลาสติกปิดพิมพ์ ตั้งทิ้งไว้ 18-24 ชั่วโมง จึงแกะออกจากพิมพ์ ผึ่งสบู่ว่างอย่างน้อย 2 สัปดาห์ ขูดเนื้อสบู่ปริมาณเล็กน้อย นำมาละลายน้ำทดสอบค่าพีเอช ซึ่งไม่ควรมากกว่า 10 หากมากกว่า 10 ต้องผึ่งทิ้งไว้ให้นานขึ้น

สูตรที่เหมาะสมในการทำสบู่เหลว ใช้อัตราส่วนน้ำมันมะพร้าวต่อโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ เท่ากับ 100 : 25.1 กรัม น้ำ 500 กรัม ให้ความร้อน 180 นาที ได้ผลิตภัณฑ์สบู่เหลวที่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพช 94/2546 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 2552)

5.2.3 การพัฒนาลิปบาล์ม

สูตรที่เหมาะสมในการทำลิปบาล์ม คือใช้ แคนเดิลลล่า แวกซ์ ต่อน้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 1 : 1.0-1.5 กรัม ได้ผลิตภัณฑ์ลิปบาล์มตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 234-2559 (กระทรวงอุตสาหกรรม 2560)



เอกสารอ้างอิง

- Aachary, Ayyappan Appukuttan, Jingbang Liang, Arnold Hydamaka, N. A. Michael Eskin, and Usha Thiyam-Holländer. 2016. "A New Ultrasound-Assisted Bleaching Technique for Impacting Chlorophyll Content of Cold-Pressed Hempseed Oil." *LWT - Food Science and Technology* 72 (October): 439–46. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.05.011>.
- Barel, A. O., Marc Paye, and Howard I. Maibach, eds. 2014. *Handbook of Cosmetic Science and Technology*. Fourth edition. Boca Raton: Taylor & Francis.
- Bockisch, Michael. 1998. *Fats and Oils Handbook*. Champaign, Ill.: AOCS Press. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=1053005>.
- García-Moreno, Pedro J., Antonio Guadix, Luis Gómez-Robledo, Manuel Melgosa, and Emilia M. Guadix. 2013. "Optimization of Bleaching Conditions for Sardine Oil." *Journal of Food Engineering* 116 (2): 606–12. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.12.040>.
- Greenbank, George R. 1939. "Rancidity in Edible Fats (Lea, C. H.)." *Journal of Chemical Education* 16 (8): 400. <https://doi.org/10.1021/ed016p400.2>.
- Harry, Ralph Gordon, and Martin M Rieger. 2000. *Harry's Cosmeticology*. Boston, Ma.: Chemical Pub. Co. <http://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpHCVIII EH/harrys-cosmeticology-volumes>.
- Huang, Jiaqi, and Subramaniam Sathivel. 2010. "Purifying Salmon Oil Using Adsorption, Neutralization, and a Combined Neutralization and Adsorption Process." *Journal of Food Engineering* 96 (1): 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.06.042>.
- Manisha, M. 2016. "Essay on Fruits: Definition, Types and Importance | Plants." *Biology Discussion* (blog). December 12, 2016. <http://www.biologydiscussion.com/essay/fruits-essay/essay-on-fruits-definition-types-and-importance-plants/70310>.
- María A. García, Adriana Pinotti, Miriam N. Martino, and Noemí E. Zaritzky. 2004. "Characterization of Composite Hydrocolloid Films." *Carbohydrate Polymers* 56 (3): 339–45.
- Oluwatoyin, S.M. 2011. "Quality of Soaps Using Different Oil Blends." *Journal of Microbiology and Biotechnology Research*. 1 (1): 29–34.
- Rubio-Rodríguez, Nuria, Sagrario Beltrán, Isabel Jaime, Sara M. de Diego, María Teresa Sanz, and Jordi Rovira Carballido. 2010. "Production of Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acid Concentrates: A Review." *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 11 (1): 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2009.10.006>.
- Shahidi, Fereidoon. 2006. *Nutraceutical and Specialty Lipids and Their Co-Products*. CRC Press.
- Smart, J.V. 1999. "Bentonite." *Department of Mines and Energy. Queensland, Australia*, no. Mineral Information Leaflet No.1.

- Strieder, Monique M., Claudio P. Pinheiro, Verônica S. Borba, Ricardo S. Pohndorf, Tito R. S. Cadaval Jr, and Luiz A. A. Pinto. 2017. "Bleaching Optimization and Winterization Step Evaluation in the Refinement of Rice Bran Oil." *Separation and Purification Technology* 175 (March): 72–78. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2016.11.026>.
- Weiss, Theodore J. 1983. *Food Oils and Their Uses. Second Edition*. 2nd edition. Westport, Conn: AVI Pub. Co.
- กระทรวงอุตสาหกรรม. 2551. พระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.
- . 2560. พระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.
- ฉันทรา, พูนศิริ. 2548. "การผลิตสบู่จากน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์." *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี* 20 (2): 73–78.
- เฉลิมยศ, อุทัยรัตน์. 2015. "น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (Virgin Coconut Oil)." *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา* 6 (1): 50–61.
- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข. 2556. พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 พร้อมกฎกระทรวงและประกาศสาธารณสุข.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2552. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. Vol. มผช.94/2546.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2559. "มะพร้าว-ศูนย์ข้อมูลผลไม้." <http://www.oae.go.th/fruits/index.php/coconut-data>.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ความชื้นในน้ำมัน

ใช้เครื่องวิเคราะห์ความชื้น Moisture analyzer รุ่น MX 50-ยี่ห้อ AND ใช้น้ำหนักตัวอย่าง 1.0000 กรัม ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

ข้อมูลผลการทดลอง

ตารางที่ ก1 ค่าร้อยละความชื้นของน้ำมัน 30 กรัม ที่ดูดซับด้วยโซเดียมคลอไรด์ปริมาณแตกต่างกัน

ครั้งที่	ปริมาณโซเดียมคลอไรด์					
	0 กรัม	3 กรัม	6 กรัม	9 กรัม	12 กรัม	15 กรัม
1	0.77	0.96	0.74	0.97	0.86	0.92
2	0.74	0.80	0.88	0.97	0.88	0.92
3	0.75	0.80	0.84	0.90	0.84	0.93
Mean	0.75	0.85	0.82	0.95	0.86	0.92
SD	0.02	0.09	0.07	0.04	0.02	0.01

ตารางที่ ก2 ค่าร้อยละความชื้นของน้ำมันมะพร้าวที่ดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ ที่ปริมาณแตกต่างกัน ณ อุณหภูมิห้อง

ครั้งที่	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุงด้วยถ่านกัมมันต์ที่อุณหภูมิห้อง		
		1 %w/w	1.5 %w/w	2 %w/w
1	0.74	0.76	0.76	0.64
2	0.74	0.80	0.76	0.62
3	0.71	0.72	0.75	0.64
Mean	0.73	0.76	0.76	0.63
SD	0.02	0.04	0.01	0.01

ตารางที่ ก3 ค่าร้อยละความชื้นของน้ำมันมะพร้าวที่ดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ ที่ปริมาณแตกต่างกัน ณ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

ครั้งที่	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุงด้วยถ่านกัมมันต์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส		
		1 %w/w	1.5 %w/w	2 %w/w
1	0.74	0.36	0.34	0.47
2	0.74	0.37	0.35	0.46
3	0.71	0.38	0.33	0.45
Mean	0.73	0.37	0.34	0.46
SD	0.02	0.01	0.01	0.01

ตารางที่ ก4 ค่าร้อยละความชื้นของน้ำมัน 300 กรัม ที่ดูดซับด้วยเบนโทไนต์ ที่ปริมาณแตกต่างกัน

ครั้งที่	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุงด้วยเบนโทไนต์		
		1 %w/w	1.5 %w/w	2 %w/w
1	0.74	0.65	0.55	0.50
2	0.74	0.64	0.61	0.56
3	0.71	0.64	0.61	0.59
Mean	0.73	0.64	0.59	0.55
SD	0.02	0.01	0.03	0.05

ตารางที่ ก5 ค่าร้อยละความชื้นของน้ำมันมะพร้าวที่ดูดซับด้วยเบนโทไนต์ ที่ปริมาณแตกต่างกัน ณ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

ครั้งที่	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุงด้วยเบนโทไนต์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส		
		1 %w/w	1.5 %w/w	2 %w/w
1	0.74	0.55	0.44	0.38
2	0.74	0.53	0.4	0.31
3	0.71	0.54	0.46	0.34
Mean	0.73	0.54	0.43	0.34
SD	0.02	0.01	0.03	0.04

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสง

ใช้เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง Dual Beam UV-Visible Spectrophotometer ยี่ห้อ PG instrument รุ่น T110 วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร

ข้อมูลผลการทดลอง

ตารางที่ ข1 ลักษณะน้ำมันมะพร้าวก่อนและหลังปรับปรุงด้วยโซเดียมคลอไรด์

		
น้ำมันก่อนปรับปรุง	NaCl 3 g	NaCl 6 g
		
NaCl 9 g	NaCl 12 g	NaCl 15 g

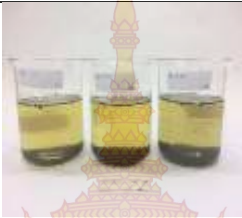
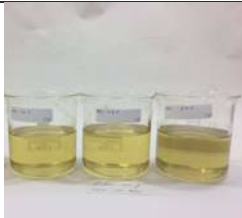
ตารางที่ ข2 ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำมัน 30 กรัม ที่ปริมาณโซเดียมคลอไรด์แตกต่างกัน

ครั้งที่	ปริมาณโซเดียมคลอไรด์					
	0 กรัม	3 กรัม	6 กรัม	9 กรัม	12 กรัม	15 กรัม
1	0.249	0.233	0.230	0.228	0.23	0.236
2	0.263	0.243	0.243	0.24	0.244	0.246
3	0.254	0.234	0.235	0.229	0.236	0.238
Mean	0.255	0.237	0.236	0.232	0.237	0.24
SD	0.007	0.006	0.007	0.007	0.007	0.005

ตารางที่ ข3 ร้อยละการลดลงของสีของน้ำมัน 30 กรัม ที่ปริมาณโซเดียมคลอไรด์แตกต่างกัน

ครั้งที่	ร้อยละการลดลงของสี				
	3 กรัม	6 กรัม	9 กรัม	12 กรัม	15 กรัม
1	6.43	7.63	8.43	7.63	5.22
2	7.60	7.61	8.75	7.22	6.46
3	7.87	7.48	9.84	7.09	6.30
Mean	7.30	7.57	9.01	7.31	5.99
SD	0.77	0.08	0.74	0.28	0.66

ตารางที่ ข4 ลักษณะของน้ำมันมะพร้าวหลังการเติมถ่านกัมมันต์

		
ก่อนปรับปรุง	ก่อนกรอง	หลังกรอง

ตารางที่ ข5 ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำมันที่ปริมาณถ่านกัมมันต์แตกต่างกัน ณ อุณหภูมิห้อง

ครั้งที่	ก่อนปรับปรุง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น		
		1% w/w	1.5% w/w	2% w/w
1	0.169	0.178	0.185	0.188
2	0.177	0.186	0.191	0.202
3	0.172	0.184	0.187	0.191
Mean	0.173	0.183	0.188	0.194
SD	0.004	0.004	0.003	0.007

ตารางที่ ข6 ร้อยละการลดลงของสีของน้ำมันที่ปริมาณถ่านกัมมันต์แตกต่างกัน ณ อุณหภูมิห้อง

ครั้งที่	ร้อยละการลดลงของสี		
	1% w/w	1.5% w/w	2% w/w
1	-5.325	-9.467	-11.243
2	-5.085	-7.910	-14.124
3	-6.977	-8.721	-11.047
Mean	-5.796	-8.699	-12.138
SD	1.030	0.779	1.723

ตารางที่ ข7 ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำมันที่ปริมาณถ่านกัมมันต์แตกต่างกัน ณ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

ครั้งที่	ก่อนปรับปรุง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น		
		1% w/w	1.5% w/w	2% w/w
1	0.169	0.158	0.150	0.160
2	0.177	0.166	0.155	0.169
3	0.172	0.161	0.151	0.164
Mean	0.173	0.162	0.152	0.164
SD	0.004	0.004	0.003	0.005

ตารางที่ ข8 ร้อยละการลดลงของสีของน้ำมันที่ปริมาณถ่านกัมมันต์แตกต่างกัน ณ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

ครั้งที่	ร้อยละการลดลงของสี		
	1% w/w	1.5% w/w	2% w/w
1	6.509	11.243	5.325
2	6.215	12.429	4.520
3	6.395	12.209	4.651
Mean	6.373	11.960	4.832
SD	0.148	0.631	0.432

ตารางที่ ข 9 ลักษณะของน้ำมันมะพร้าวหลังการเติมเบนโทไนด์

		
ก่อนปรับปรุง	ก่อนกรอง	หลังกรอง

ตารางที่ ข10 ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำมัน 100 กรัม ที่ปริมาณเบนโทไนด์ แตกต่างกัน ณ อุณหภูมิห้อง

ครั้งที่	ก่อนปรับปรุง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น		
		1% w/w	1.5% w/w	2% w/w
1	0.1690	0.1750	0.1890	0.1950
2	0.1770	0.1820	0.1960	0.2020
3	0.1720	0.1740	0.1920	0.2010
Mean	0.1727	0.1770	0.1923	0.1993
SD	0.0040	0.0044	0.0035	0.0038

ตารางที่ ข11 ร้อยละการลดลงของสีของน้ำมันที่ปริมาณเบนโทไนด์แตกต่างกัน ณ อุณหภูมิห้อง

ครั้งที่	ร้อยละการลดลงของสี		
	1% w/w	1.5% w/w	2% w/w
1	-3.5503	-11.8343	-15.3846
2	-2.8249	-10.7345	-14.1243
3	-1.1628	-11.6279	-16.8605
Mean	-2.5126	-11.3989	-15.4565
SD	1.2240	0.5846	1.3695

ตารางที่ ข12 ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำมันที่ปริมาณเบนโทไนด์แตกต่างกัน ณ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

ครั้งที่	ก่อนปรับปรุง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น		
		1% w/w	1.5% w/w	2% w/w
1	0.169	0.155	0.151	0.148
2	0.177	0.162	0.157	0.156
3	0.172	0.158	0.154	0.151
Mean	0.173	0.158	0.154	0.152
SD	0.004	0.004	0.003	0.004

ตารางที่ ข13 ร้อยละการลดลงของสีของน้ำมันที่ปริมาณเบนโทไนด์แตกต่างกัน ณ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

ครั้งที่	ร้อยละการลดลงของสี		
	1% w/w	1.5% w/w	2% w/w
1	8.284	10.651	12.426
2	8.475	11.299	11.864
3	8.140	10.465	12.209
Mean	8.299	10.805	12.167
SD	0.168	0.438	0.283

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ค่ากรดและกรดไขมันอิสระ (AOCS official Method Ca 5a-40,1997)

(1) อุปกรณ์

- เครื่องชั่งละเอียด (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)
- ชุดเครื่องแก้วสำหรับการไทเทรต

(2) สารเคมี

- เอทิลแอลกอฮอล์ 95%
- สารละลายฟีนอล์ฟทาเลิน 1%
- สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล และ 0.25 นอร์มอล

(3) การเตรียมสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์

- เตรียมสารละลายสต็อกโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 250 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ขณะละลายมีความร้อนเกิดขึ้น ควรแช่บีกเกอร์ในน้ำเพื่อให้เกิดการถ่ายเทความร้อน สวมถุงมือ ทำในตู้ควัน
- อบโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟทาเลต (KHP) ที่ 105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ทำให้เย็นลงในโถดูดความชื้น ชั่งให้น้ำหนัก 2.04 - 2.10 กรัม ละลายในขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร คำนวณหาความเข้มข้นของ KHP ดังนี้

$$\text{ความเข้มข้นของ KHP (นอร์มอล)} = (\text{น้ำหนักของ KHP} \times 1000) / (204.23 \times 100)$$

- เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 และ 0.25 นอร์มอล จากสารละลายสต็อกโซเดียมไฮดรอกไซด์
- คำนวณความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ ดังนี้

$$\begin{aligned} &\text{ความเข้มข้น NaOH (นอร์มอล)} \\ &= [25 \times \text{ความเข้มข้นของ KHP (นอร์มอล)}] / \text{ปริมาณ NaOH ที่ไทเทรต (ml)} \end{aligned}$$

(4) วิธีการ

- สำหรับตัวอย่างน้ำมันที่มีค่ากรดไขมันอิสระในช่วง 1.0-30.0% (น้ำมันก่อนปรับปรุง) ชั่งตัวอย่างน้ำมัน 7.05 ± 0.05 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมเอทิลแอลกอฮอล์ 95% 75 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นเติมสารละลายฟีนอล์ฟทาเลิน 2 มิลลิลิตร ไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.25 นอร์มอล จนเปลี่ยนเป็นสีชมพู
- สำหรับตัวอย่างน้ำมันที่มีค่ากรดไขมันอิสระในช่วง 0.2-1.0% (น้ำมันก่อนปรับปรุง) ชั่งตัวอย่างน้ำมัน 28.2 ± 0.2 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมเอทิลแอลกอฮอล์ 95% 50

มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นเติมสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 2 มิลลิลิตร ไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล จนเปลี่ยนเป็นสีชมพู

(5) การคำนวณ

ค่ากรด (มก.) = (มิลลิลิตรของ NaOH x N NaOH (นอร์มอล) x 51.6) / น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

ค่ากรดไขมันอิสระร้อยละในรูปกรดโอเลอิก

= (มิลลิลิตรของ NaOH x N NaOH (นอร์มอล) x 20.0) / น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

หมายเหตุ น้ำหนักโมเลกุลของกรดลอริก = 200

กรดปาล์มมิติก = 256

กรดโอเลอิก = 282

ข้อมูลผลการทดลอง

ตารางที่ ค1 ค่ากรดในน้ำมัน ที่ปริมาณถ่านกัมมันต์ต่างกัน ณ อุณหภูมิห้อง

ครั้งที่	ก่อนปรับปรุง	ค่ากรด		
		1% w/w	1.5% w/w	2% w/w
1	7.15	7.02	6.52	6.49
2	7.12	7.04	6.44	6.42
3	7.17	7.04	6.47	6.52
Mean	7.15	7.03	6.48	6.48
SD	0.03	0.01	0.04	0.05

ตารางที่ ค2 ร้อยละการลดลงของกรดไขมันอิสระในน้ำมันที่ปริมาณถ่านกัมมันต์แตกต่างกัน ณ อุณหภูมิห้อง

ครั้งที่	ร้อยละการลดลงของสี		
	1% w/w	1.5% w/w	2% w/w
1	1.82	8.81	9.23
2	1.12	9.55	9.83
3	1.81	9.76	9.07
Mean	1.58	9.37	9.38
SD	0.40	0.50	0.40

ตารางที่ ค3 ค่ากรดในน้ำมัน ที่ปริมาณถ่านกัมมันต์ต่างกัน ณ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

ครั้งที่	ก่อนปรับปรุง	ค่ากรด		
		1% w/w	1.5% w/w	2% w/w
1	7.15	6.87	6.32	6.15
2	7.12	6.83	6.23	6.14
3	7.17	6.92	6.25	6.12
Mean	7.15	6.87	6.27	6.14
SD	0.03	0.05	0.05	0.02

ตารางที่ ค4 ร้อยละการลดลงของกรดไขมันอิสระในน้ำมันที่ปริมาณถ่านกัมมันต์แตกต่างกัน ณ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

ครั้งที่	ร้อยละการลดลงของกรดไขมันอิสระ		
	1% w/w	1.5% w/w	2% w/w
1	3.92	11.61	13.99
2	4.07	12.50	13.76
3	3.49	12.83	14.64
Mean	3.83	12.31	14.13
SD	0.30	0.63	0.46

ตารางที่ ค5 ค่ากรดในน้ำมัน ที่ปริมาณเบนโทไนด์ต่างกัน ณ อุณหภูมิห้อง

ครั้งที่	ก่อนปรับปรุง	ค่ากรด		
		1% w/w	1.5% w/w	2% w/w
1	7.15	6.98	6.85	6.40
2	7.12	6.94	6.80	6.35
3	7.17	6.99	6.87	6.34
Mean	7.15	6.97	6.84	6.36
SD	0.03	0.03	0.04	0.03

ตารางที่ ค6 ร้อยละการลดลงของกรดไขมันอิสระในน้ำมันที่ปริมาณเบนโทไนด์แตกต่างกัน ณ อุณหภูมิห้อง

ครั้งที่	ร้อยละการลดลงของกรดไขมันอิสระ		
	1% w/w	1.5% w/w	2% w/w
1	2.38	4.20	10.49
2	2.53	4.49	10.81
3	2.51	4.18	11.58
Mean	2.47	4.29	10.96
SD	0.08	0.18	0.56

ตารางที่ ค7 ค่ากรดในน้ำมัน ที่ปริมาณเบนโทไนด์ต่างกัน ณ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

ครั้งที่	ก่อนปรับปรุง	ค่ากรด		
		1% w/w	1.5% w/w	2% w/w
1	7.15	2.51	2.28	2.24
2	7.12	2.47	2.39	2.20
3	7.17	2.51	2.32	2.21
Mean	7.15	2.50	2.33	2.22
SD	0.03	0.02	0.06	0.02

ตารางที่ ค8 ร้อยละการลดลงของกรดไขมันอิสระในน้ำมันที่ปริมาณเบนโทไนด์แตกต่างกัน ณ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

ครั้งที่	ร้อยละการลดลงของกรดไขมันอิสระ		
	1% w/w	1.5% w/w	2% w/w
1	64.90	68.11	68.67
2	65.31	66.43	69.10
3	64.99	67.64	69.18
Mean	65.07	67.40	68.98
SD	0.22	0.87	0.27

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ค่าเพอร์ออกไซด์ (AOCS official Method Ca 5a-40,1997)

(1) อุปกรณ์

- เครื่องชั่งละเอียด (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)
- ชุดเครื่องแก้วสำหรับการไทเทรต

(2) สารเคมี

- สารละลายผสมของกรดอะซิติกกับไฮโปคลอริกแอต อัตราส่วน 3:2 โดยปริมาตร
- สารละลายอิ่มตัวของโพแทสเซียมไฮไดรด์ เตรียมโดยละลาย KI ที่มากเกินไปในน้ำเดือดแล้วเก็บในที่มืด (เตรียมก่อนใช้)
- สารละลายน้ำแบ่งเข้มข้น 1% (เตรียมก่อนใช้)
- สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮโอซัลเฟต

(3) การหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮโอซัลเฟต

- ชั่งโซเดียมไฮโอซัลเฟต 24.9 กรัม ทำให้มีปริมาตรเป็น 1 ลิตร
- ชั่งโพแทสเซียมไดโครเมตอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง 0.16-0.22 กรัม ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 500 มิลลิลิตร ละลายน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (35-37%) 5 มิลลิลิตร และสารละลายโพแทสเซียมไฮไดรด์เข้มข้น 15% (ซึ่ง KI 15 กรัมละลายน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร) แล้วไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต เขย่าอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งสีเหลืองเกือบหายไป จากนั้นเติมสารละลายน้ำแบ่ง 1-2 มิลลิลิตร และไทเทรตต่อจนเกิดสีน้ำเงิน

ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮโอซัลเฟต (นอร์มอล)

$$= (20.394 \times \text{น้ำหนัก K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ (กรัม)}) / \text{มิลลิลิตรของโซเดียมไฮโอซัลเฟต}$$

(4) วิธีการ

- ชั่งตัวอย่างน้ำมัน 5.00 ± 0.05 กรัม ลงในขวดแก้วทรงกรวยขนาด 250 มิลลิลิตร
- เติมสารละลายผสมของกรดอะซิติกกับไฮโปคลอริกแอต จำนวน 50 มิลลิลิตร เขย่า
- เติมสารละลายอิ่มตัวของโพแทสเซียมไฮไดรด์ จำนวน 0.5 มิลลิลิตร เขย่า 1 นาที แล้วเติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร

- ไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล จนสีเหลืองเกือบหายไป จากนั้นเติมสารละลายน้ำแอมโมเนีย 0.5 มิลลิลิตร ไทเทรตอย่างต่อเนื่อง จนสีน้ำเงินหายไป
- ทำแบลงค์ โดยไม่ใส่ตัวอย่างน้ำมัน

(5) การคำนวณ

ค่าเปอร์ออกไซด์ (มิลลิกรัมสมมูลต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม)

$$= [(B-S) \times N \times 1000] / \text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}$$

B = มิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรตแบลงค์

S = มิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มอล)

ตารางที่ ง1 ค่าเปอร์ออกไซด์ในน้ำมัน ที่ปริมาณถ่านกัมมันต์ต่างกัน ณ อุณหภูมิห้อง

ครั้งที่	ก่อนปรับปรุง	ค่าเปอร์ออกไซด์		
		1% w/w	1.5% w/w	2% w/w
1	8.35	8.33	8.17	8.07
2	8.33	8.3	8.17	8.08
3	8.35	8.33	8.16	8.08
Mean	8.34	8.34	8.96	8.98
SD	0.01	0.02	1.05	0.53

ตารางที่ ง2 ร้อยละการลดลงของค่าเปอร์ออกไซด์ในน้ำมันที่ปริมาณถ่านกัมมันต์แตกต่างกัน ณ อุณหภูมิห้อง

ครั้งที่	ร้อยละการลดลงค่าเปอร์ออกไซด์		
	1% w/w	1.5% w/w	2% w/w
1	0.24	2.16	3.35
2	0.36	1.92	3.00
3	0.24	2.28	3.23
Mean	0.28	2.12	3.20
SD	0.07	0.18	0.18

ตารางที่ 3 ค่าเปอร์ออกไซด์ในน้ำมัน ที่ปริมาณถ่านกัมมันต์ต่างกัน ณ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

ครั้งที่	ก่อนปรับปรุง	ค่าเปอร์ออกไซด์		
		1% w/w	1.5% w/w	2% w/w
1	8.35	8.26	8.06	7.95
2	8.33	8.25	8.05	7.90
3	8.35	8.26	8.03	7.93
Mean	8.34	8.26	8.05	7.93
SD	0.01	0.01	0.02	0.03

ตารางที่ 4 ร้อยละการลดลงของค่าเปอร์ออกไซด์ในน้ำมันที่ปริมาณถ่านกัมมันต์แตกต่างกัน ณ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

ครั้งที่	ร้อยละการลดลงของค่าเปอร์ออกไซด์		
	1% w/w	1.5% w/w	2% w/w
1	1.08	3.47	4.79
2	0.96	3.36	5.16
3	1.08	3.83	5.03
Mean	1.04	3.56	4.99
SD	0.07	0.25	0.19

ตารางที่ 5 ค่าเปอร์ออกไซด์ในน้ำมัน ที่ปริมาณเบนโทไนด์ต่างกัน ณ อุณหภูมิห้อง

ครั้งที่	ก่อนปรับปรุง	ค่ากรด		
		1% w/w	1.5% w/w	2% w/w
1	8.35	8.05	7.87	7.55
2	8.33	8.06	7.85	7.56
3	8.35	8.04	7.83	7.54
Mean	8.34	8.05	7.85	7.55
SD	0.01	0.01	0.02	0.01

ตารางที่ ๖ ร้อยละการลดลงของค่าเปอร์ออกไซด์ในน้ำมันที่ปริมาณเบนโทไนด์แตกต่างกัน ณ อุณหภูมิห้อง

ครั้งที่	ร้อยละการลดลงของค่าเปอร์ออกไซด์		
	1% w/w	1.5% w/w	2% w/w
1	3.59	5.75	9.58
2	3.24	5.76	9.24
3	3.71	6.23	9.70
Mean	3.52	5.91	9.51
SD	0.24	0.27	0.24

ตารางที่ ๗ ค่าเปอร์ออกไซด์ในน้ำมัน ที่ปริมาณเบนโทไนด์ต่างกัน ณ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

ครั้งที่	ก่อนปรับปรุง	ค่าเปอร์ออกไซด์		
		1% w/w	1.5% w/w	2% w/w
1	8.35	7.56	7.07	6.78
2	8.33	7.54	7.05	6.75
3	8.35	7.53	7.03	6.77
Mean	8.34	7.54	7.05	6.77
SD	0.01	0.02	0.02	0.02

ตารางที่ ๘ ร้อยละการลดลงของค่าเปอร์ออกไซด์กรดไขมันอิสระในน้ำมันที่ปริมาณเบนโทไนด์แตกต่างกัน ณ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

ครั้งที่	ร้อยละการลดลงของค่าเปอร์ออกไซด์		
	1% w/w	1.5% w/w	2% w/w
1	9.46	15.33	18.80
2	9.48	15.37	18.97
3	9.82	15.81	18.92
Mean	9.59	15.50	18.90
SD	0.20	0.27	0.09

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ค่าสaponification number (AOCS official Method Cd 3-25,1997)

การวิเคราะห์ค่าสaponification number)ของน้ำมันมะพร้าว [5]

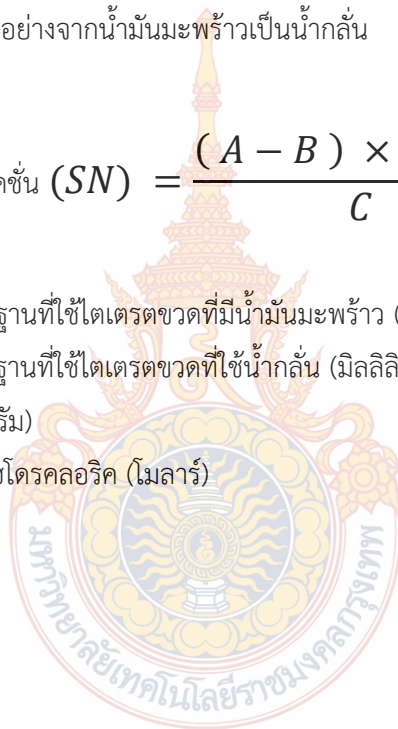
- (1) ชั่งตัวอย่างน้ำมันมะพร้าว 5. มิลลิลิตร 250 กรัม ให้ทราบมวลแน่นอน ลงในขวดก้นกลม ขนาด 00
- (2) เติมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในเอทานอล 0.5 โมลาร์ ลงในขวดชมพู ปริมาตร 50 มิลลิลิตร
- (3) กลับไหลกลับสารละลายใน water bath เป็นเวลา นาที 30 (reflux)
- (4) นำขวดก้นกลมออกจากอุปกรณ์ reflux condenser ตั้งไว้ให้อุณหภูมิของสารละลายเท่ากับอุณหภูมิห้อง จากนั้นใส่สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน มิลลิลิตร 1
- (5) ไตเตรตด้วยสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก 0. โมลาร์ 5 จนถึงจุดยุติ)ไม่มีสี(
- (6) ทำซ้ำ โดยเปลี่ยนตัวอย่างจากน้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำกลั่น

สมการคำนวณค่าสaponification number

$$\text{ค่าสaponification number (SN)} = \frac{(A - B) \times D \times 56}{C}$$

โดยที่

- A = ปริมาตรของสารละลายกรดมาตรฐานที่ใช้ไตเตรตขวดที่มีน้ำมันมะพร้าว (มิลลิลิตร)
- B = ปริมาตรของสารละลายกรดมาตรฐานที่ใช้ไตเตรตขวดที่ใช้น้ำกลั่น (มิลลิลิตร)
- C = น้ำหนักของน้ำมันมะพร้าวที่ใช้ (กรัม)
- D = ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (โมลาร์)



ภาคผนวก ฉ

การทดสอบปริมาณร้อยละไฮดรอกไซด์อิสระโดยน้ำหนัก(คำนวณเป็น NaOH)[9],[12],[15]

- (1) ชั่งตัวอย่างสบู่ ประมาณ 10. กรัม ให้ทราบมวลแน่นอน ใส่ในขวดรูปชมพู่ 00
- (2) เติมนิเอทานอล ที่ต้มเดือด และทำให้เป็นกลางแล้ว ปริมาตร มิลลิลิตร ปิดด้วยกระຈກနာဖိກ 100



- (3) นำขวดรูปชมพู่ไปอุ่นบนเครื่องอังไอน้ำจนสารละลายผสมเป็นเนื้อเดียวกัน



- (4) เติมนิเอทานอลฟีนอล์ฟทาลิน ปริมาตร 0.มิลลิลิตร ตรวจสอบสีสารละลาย 5
 - ถ้าสีของสารละลายไม่เป็นสีชมพู แสดงว่า ไม่พบต่างอิสระ
 - ถ้าสีของสารละลายเป็นสีชมพู ให้ไตเตรตด้วยสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก และบันทึกปริมาตรที่ใช้เพื่อทำคำนวณร้อยละโดยน้ำหนักของต่างอิสระจากสมการ

$$\text{ร้อยละต่างอิสระโดยน้ำหนัก} = \frac{A \times V \times 4}{m}$$

โดยที่

A = ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (โมลาร์)

V = ปริมาตรของสารละลายกรดมาตรฐานที่ใช้ไตเตรต (มิลลิลิตร)

m= น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)

ภาคผนวก ข

การทดสอบปริมาณร้อยละไขมันทั้งหมดโดยน้ำหนัก) [4],[9],[12],[15]

- (1) ชั่งตัวอย่างสบู่ 5. 100 กรัม ใส่ลงในปิกรเกอร์ จากนั้นใส่น้ำกลั่นที่ร้อน ปริมาตร 00mL ละลาย สบู่ จนหมด



- (2) ใส่สารละลายกรดไนตริก 0. 40 นอร์มอล ปริมาตร 5mL จากนั้นนำไปให้ความร้อนใน water bath จนไขมันลอยอยู่ข้างบนสารละลาย
- (3) นำสารละลายในข้อ ไปแช่ในน้ำที่มีน้ำแข็ง จนไขมันที่ลอยด้านบนแข็งตัว จากนั้นทำการแยก 2 ออกจากสารละลายใส่ลงด้วยระเหย



- (4) เทสารละลายที่แยกไขมันแล้ว ลงในกรวยแยก ใส่คลอโรฟอร์ม ปริมาตร 50mL เขย่าให้สารละลาย สัมผัสกัน ตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น จากนั้นเทสารละลายส่วนล่างใส่ในถ้วยระเหย



- (5) นำสารละลายในถ้วยระเหย ให้ความร้อนเพื่อระเหยคลอโรฟอร์มออก จากนั้นนำถ้วยระเหยไปชั่ง
สมการคำนวณร้อยละโดยน้ำหนักของไขมันทั้งหมด

$$\text{ร้อยละไขมันทั้งหมดโดยน้ำหนัก} = \frac{B - A}{m} \times 100$$

โดยที่

A = น้ำหนักถ้วยระเหยเปล่า (กรัม)

B = น้ำหนักถ้วยระเหยหลังระเหยคลอโรฟอร์มออก (กรัม)

m = น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)



ภาคผนวก ข

การทดสอบปริมาณร้อยละคลอรีนโดยน้ำหนัก(คำนวณเป็น NaCl) [4],[9],[15]

- (1) ชั่งตัวอย่างสับ ปริมาณ 5 กรัม ในปิเกอร์ ขนาด มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นที่ร้อนปริมาตร 250 100 มิลลิลิตร จากนั้นคนให้ละลายจนหมด
- (2) เติมสารละลายแคลเซียมไนเตรตความเข้มข้นร้อยละ 20 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ลงในปิเกอร์ จะเกิดตะกอนขึ้น
- (3) ถ่ายสารละลายจากในปิเกอร์ ลงในขวด volumetric flask ขนาด มิลลิลิตร 250 และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น
- (4) นำสารละลายในขวด volumetric flask ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลายโพแทสเซียมโครเมต ความเข้มข้นร้อยละ 20 ปริมาตร 10 มิลลิลิตรลงไป จากนั้นนำไปไตเตรตกับสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต 0.1 โมลาร์ จนสารละลายเป็นสีชมพูแกมเหลืองเป็นจุดยุติ นำปริมาตรที่ได้ทำการคำนวณหาปริมาณร้อยละคลอรีนโดยน้ำหนัก จากสมการ

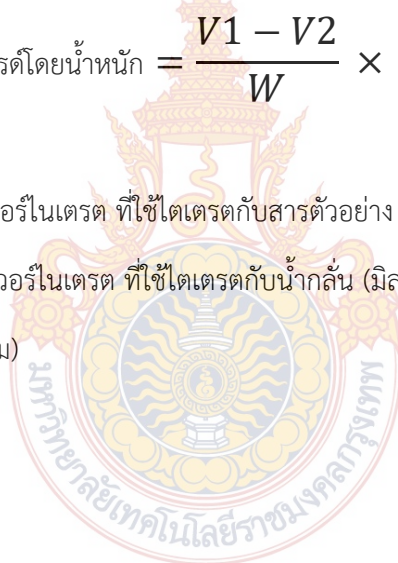
$$\text{ร้อยละคลอรีนโดยน้ำหนัก} = \frac{V_1 - V_2}{W} \times 0.08865$$

โดยที่

V_1 = ปริมาตรสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต ที่ใช้ไตเตรตกับสารตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

V_2 = ปริมาตรสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต ที่ใช้ไตเตรตกับน้ำกลั่น (มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)



ภาคผนวก ฅ

การทดสอบปริมาณร้อยละสารที่ไม่ละลายในเอทานอลโดยน้ำหนัก [4],[9],[12],[15]

- (1) ชั่งสุบตัวอย่าง ปริมาณ 5 กรัม ละลายลงในเอทานอลที่ทำให้ร้อน ปริมาตร 50 มิลลิลิตร
- (2) กรองสารละลาย ในกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักแล้ว จากนั้นนำกระดาษกรองไปอบที่ อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
- (3) กระดาษกรองออกจากตู้อบ พักไว้ในเดสทิเคเตอร์จนเย็น จากนั้นนำกระดาษกรองไปชั่ง น้ำหนักอีกครั้ง
- (4) คำนวณร้อยละสารที่ไม่ละลายในเอทานอล จากสมการ

$$\text{ร้อยละสารที่ไม่ละลายในเอทานอลโดยน้ำหนัก} = \frac{B - A}{m} \times 100$$

โดยที่

A = น้ำหนักกระดาษกรองก่อนกรอง (กรัม)

B = น้ำหนักกระดาษกรองหลังกรอง (กรัม)

m = น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)



ภาคผนวก

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล นางชนิษฐา เจริญลาภ
Mrs Khanittha Charoenlarp
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน _____
3. ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์
เงินเดือน (บาท)
เวลาที่ใช้ทำวิจัย (ชั่วโมง : สัปดาห์)
4. หน่วยงานที่อยู่ ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ
ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมีสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ
2 ถนนนางลิ้นจี่ ทุ่งมหาเมฆ สาทร กรุงเทพฯ 10120
E.mail Khanit_C@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา

คุณวุฒิ	สถานศึกษา	สาขาวิชาเอก	ปริญญา ปีที่จบ
ปริญญาตรี	ม.ศิลปากร	เคมี	วท.บ. 2529
ปริญญาโท	ม.เกษตรศาสตร์	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	วท.ม. 2539
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
การบำบัดน้ำเสียสิ่งทอ
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุ
สถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย
 - 7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย
-
 - 7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย
 - (1) การกำจัดสีย้อมสี สีย้อมรีด และสีย้อมฟอกจากน้ำเสียย้อมผ้าโดยกระบวนการตกตะกอนทางเคมี
(งบประมาณแผ่นดิน พ.ศ.2544)

- (2) การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดสีจากโรงงานย้อมผ้าโดยระบบแอคติเวเต็ดสลิudgeและระบบตกตะกอนทางเคมี (งบประมาณแผ่นดิน พ.ศ.2545)
- (3) อิทธิพลของยีสต์ต่อการลอกแป้งด้วยเอนไซม์ (สกว. พ.ศ.2546)
- (4) การพัฒนาการจัดการบำบัดน้ำเสียจากการย้อมสี (งบประมาณแผ่นดิน พ.ศ.2547)
- (5) การปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของห้างหุ้นส่วนจำกัด เจริญชัยการย้อมให้อยู่ในมาตรฐานน้ำทิ้งโดยมีค่าใช้จ่ายลดลง (สกว. พ.ศ. 2547)
- (6) การบำบัดน้ำเสียเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่สำหรับโรงงานฟอกย้อม(งบผลประโยชน์พ.ศ. 2548)
- (7) การนำน้ำย้อมกลับมาใช้ใหม่โดยการกำจัดสีด้วยโอโซน (งบประมาณแผ่นดินพ.ศ. 2549)
- (8) ผลของโลหะในน้ำต่อกระบวนการย้อม (งบประมาณแผ่นดินพ.ศ. 2550)
- (9) ผลของโลหะไอออนในน้ำต่อกระบวนการฟอกผ้าฝ้ายถัก(งบผลประโยชน์ พ.ศ. 2550)
- (10) การอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรป่าชายเลนอำเภอคลอง จังหวัดจันทบุรี (งบผลประโยชน์ พ.ศ. 550)
- (11) การนำน้ำย้อมกลับมาใช้โดยการกำจัดสีด้วยกระบวนการไฟฟ้าเคมี (งบประมาณแผ่นดินพ.ศ. 2551)
- (12) การบำบัดน้ำเสียโรงงานทอผ้าด้วยเครื่องวอเตอร์เจ็ตเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ (งบประมาณแผ่นดินพ.ศ. 2552)
- (13) ประสิทธิภาพของปิงประดิษฐ์ในการบำบัดน้ำทิ้งจากการฟอกย้อมเส้นด้ายอะคริลิก (งบประมาณแผ่นดินพ.ศ. 2553)
- (14) การบำบัดน้ำเสียอย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมด้วยเครื่องจักรชีวภาพ (งบวิจัยทุนนวัตกรรม พ.ศ.2553)
- (15) การมีส่วนร่วมระหว่างชุมชนและโรงเรียนในการอนุรักษ์แหล่งน้ำ (งบประมาณเงินรายได้ พ.ศ. 2554)
- (16) สิ่งทอสร้างสรรค์ด้วยสีย้อมธรรมชาติจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (งบประมาณ สกอ. พ.ศ. 2555)
- (17) การกำจัดสีในน้ำเสียสิ่งทออย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมด้วยสาร โคแอกกูแลนต์จากธรรมชาติ (งบประมาณแผ่นดิน พ.ศ. 2556)

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

- (1) การเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมสิ่งทอ (สกว. พ.ศ.2545)
- (2) แนวทางการมีส่วนร่วมในการจัดการน้ำเสีย ตลาดน้ำลำพญา จังหวัดนครปฐม (กรมส่งเสริม คุณภาพ สิ่งแวดล้อม, พ.ศ.2553)

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อผลงานวิจัย ปีที่ตีพิมพ์ การเผยแพร่

ชนิษฐา เจริญลาภ. 2001. การกำจัดสีดิสเพิร์ส สีไดเร็กท์ และสีรีแอคทีฟ จากน้ำทิ้งย้อมผ้าโดยกระบวนการตกตะกอนทางเคมี. Textile Journal:Colour way, 7(34): 32-38.

บุญศรี คู่สุขธรรม, ชนิษฐา เจริญลาภ, และสมชาย อุดร. 2003. การเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมสิ่งทอ ตอน 1. Textile Journal:Colour way, 8(45): 18-20.

บุญศรี คู่สุขธรรม, ขนิษฐา เจริญลาภ, และสมชาย อุดร. 2003. การเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมสิ่งทอ ตอน 2 . Textile Journal:Colour way, 8(46): 47-50.

ขนิษฐา เจริญลาภ. 2003. ระบบน้ำใช้ในอุตสาหกรรม. Textile Journal:Colour way, 9(47) : 23-26

ขนิษฐา เจริญลาภ. 2003. แนวทางการเลือกใช้สารเคมี. Textile Journal:Colour way, 9(47) : 65-67

ขนิษฐา เจริญลาภ, พริยะ แก่นทับทิม. 2003. การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดสีจากโรงงานย้อมผ้า โดยระบบแอกติเวเต็ดเต็ดสลัดจ์และระบบตกตะกอนทางเคมี . Textile Journal:Colour way, 10(47).

ขนิษฐา เจริญลาภ, พริยะ แก่นทับทิม. 2003. การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดสีจากโรงงานย้อมผ้า โดยระบบแอกติเวเต็ดเต็ดสลัดจ์และระบบตกตะกอนทางเคมี . Textile Journal:Colour way, 11(47).

ขนิษฐา เจริญลาภ. 2005. อิทธิพลของยีสต์ต่อการลอกแบ่งด้วยเอนไซม์. Textile Journal:Colour way, 10(48): 40-45

ขนิษฐา เจริญลาภ. 2005. การปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานฟอกย้อมให้อยู่ในมาตรฐานของกรมโรงงานอุตสาหกรรมโดยมีค่าใช้จ่ายลดลง Textile Journal:Colour way, 11(48): 84-88.

Charoenlarp, K., Narongchai, C., and Numphet, J., 2009, "Effects of metal in water on cotton knitted bleaching process", The commemorative international conference of the occasion of the 4th cycle anniversary of KMUTT sustainable development to save the earth: Technologies and strategies vision 2050 (SDSE2008), Millennium Hilton Bangkok Hotel, Bangkok, Thailand. 7-9 April 2009, pp 364-366.

Charoenlarp, K and Choyphan,W. 2009. Reuse of dye wastewater through colour removal with electrocoagulation process. As.J. Energy Env. 10(04), 250-260.

Charoenlarp,K., Thongpob,K., Matmoosaw, K., Kaewkhew,W., and Lanchakawin,S. 2010. Treatment of textile industrial wastewater from water jet loom machine, Journal of chemistry and chemical engineering. 4(05), 23-28.

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอโครงการ แหล่งทุน และสถานภาพในการวิจัย

ชื่อโครงการ -

ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล นางกาญจนา ชินสำราญ
Mrs. Kanjana Chinsamran
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน :
3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์
เวลาที่ใช้ทำวิจัย (10 ชั่วโมง : สัปดาห์)
4. หน่วยงานที่อยู่ ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์
สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
2 ถนนนางลิ้นจี่ พุ้มมหาเมฆ สาทร กรุงเทพฯ 10120
E.mail kanjana.c@rmutk.ac.th
5. ประวัติการศึกษา
วท.ด. (เทคโนโลยีชีวภาพ) ม.เกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2548
วท.ม. (จุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2531
วท.บ. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน พ.ศ. 2527
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
การวิเคราะห์จุลินทรีย์, ผลผลิตจากจุลินทรีย์
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย
 - 7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย
-
 - 7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย
 - (1) ความหลากหลายของไซยาโนแบคทีเรียในนาข้าว พื้นที่อำเภอบางแพ จ.ราชบุรี พ.ศ.2558 (งบ สกอ.)
 - (2) การศึกษาความหลากหลายชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกตัวเต็มวัยและวัยอ่อนในพื้นที่เกษตรกรรมของอำเภอสวนผึ้ง จ.ราชบุรี พ.ศ. 2557 (งบ สกอ.)
 - (3) การศึกษาความหลากหลายของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช. พ.ศ. 2556 (งบ สกอ.)

(4) การพัฒนาการผลิตเซลล์จากแบคทีเรียในกากน้ำตาลโดยใช้น้ำมะพร้าวเป็นสารอาหารเสริมและการเติมสารที่ทำให้เกิดเจล พ.ศ.2556 (จบแผ่นดิน)

(5) การใช้ น้ำมะพร้าวเป็นสารอาหารเสริมในกากน้ำตาลเพื่อผลิตกรดโพรพิโอนิกโดยเชื้อ *Propionibacterium acidipropionici* ATCC 4965 พ.ศ. 2554 (จบแผ่นดิน)

(6) การพัฒนากระบวนการพัฒนาการผลิตแป้งฟลาวร์จากพืชบางชนิดในประเทศไทยและการศึกษาสมบัติบางประการด้านเคมี-ฟิสิกส์และชีวภาพของแป้งฟลาวร์ที่ผลิตได้ พ.ศ.2551 (จบรายได้)

(7) การศึกษาปัจจัยบางประการในการผลิตวันสวอร์คจากน้ำอ้อย พ.ศ. 2544 (จบรายได้)

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

(1) การพัฒนาหลักสูตรและสมรรถนะวิชาชีพเทคโนโลยีชีวภาพ พ.ศ. 2557. (จบรายได้)

(2) การวิจัยกระบวนการพัฒนาทักษะการสืบค้นข้อมูลของนักศึกษาคณะเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ พ.ศ. 2556 (จบ สกอ.)

(3) การขับเคลื่อนระบบสมรรถนะสู่โรงงานอุตสาหกรรมอาหาร พ.ศ. 2554(จบ ก.อุตสาหกรรม)

(4) การพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพด้านเทคโนโลยีและการจัดการความปลอดภัยของอาหาร พ.ศ. 2552 (จบรายได้)

(5) การสำรวจข้อมูลพื้นฐานเพื่อการพัฒนาหลักสูตรของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2550

(6) โครงการการศึกษาความพึงพอใจของนายจ้างบัณฑิตวิทยาเขตพระนครใต้ พ.ศ. 2542

7.3 งานวิจัยที่สำเร็จแล้ว: ชื่อผลงานวิจัย ปีที่ตีพิมพ์ การเผยแพร่

กาญจนา ชินสำราญและนิตยา สำเร็จผล. 2554. การพัฒนาการผลิตแป้งฟลาวร์จากพืชบางชนิดในประเทศไทยและการศึกษาสมบัติบางประการด้านเคมี-ฟิสิกส์และชีวภาพของแป้งฟลาวร์ที่ผลิตได้ วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปีที่ 14 ฉบับที่ 2 เล่มที่ 2 : 342-347

เกษม คงนรินทร์สุข กาญจนา ชินสำราญ วุฒิ ทักษิณธรรมและ สุรภพ สุทธิวิเศษ. 2014. ความหลากหลายของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช. Rajabhat J. Sci. Humanit. Soc. Sci. 15(2) : 45-53.

K. Chinsamran, K. Piyachomkwan, V. Santisopasri, K. Siroth. 2005. Effect of Lactic acid Fermentation on Physico-chemical Properties of Starch Derived from Cassava, Sweet Potato and Rice. Kasetsart J.(Nat. Sci.) 39 (1) : 76-87.

K. Chinsamran, K. Piyachomkwan, V. Santisopasri, K. Siroth. The Role of Lactic Acid Fermentation on Processing and Properties of Sweet Potato and Cassava Starch. pp.45-54. In : Tomasik, P.,V.P.Yuryev and E.Bertoft (Editors). 2004. **Starch: Progress in Structural studies, Modification and Applications**. Polish Society of Food Technologists', Poland.

K. Piyachomkwan, K. Siroth, K. Chinsamran, K. Laohaphattanalert and C.G.Oates. Development of Standard Protocol for the Processing of High Quality Sweetpotato Starch for Noodle Making. pp.140-165. In : Fuglie, K.O. and M. Hermann (Editors). 2004. **Sweetpotato Post-Harvest Research and Development in China**. International Potato Center (CIP) East,Southeast Asia and Pacific Region, Indonesia.

ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ นางปทุมทิพย์ ปราบพาล

Mrs Pathumthip Prabphane

2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน

3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

เวลาที่ใช้ทำวิจัย 5 ชั่วโมง: สัปดาห์

4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

โทรศัพท์ 0 2287 9734, 0 2286 3991 – 5 ต่อ 9734, 1210, 1201 โทรสาร 0 2287 9734

e-mail : pathumthip.t@rmutk.ac.th, tpathumthip@hotmail.com, tpathumthip@yahoo.com

5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับ	อักษรย่อ ปริญญา และชื่อเต็ม	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบัน การศึกษา	ประเทศ
2545	เอก	วศ.ด. วิศวกรรมศาสตรดุษฎี บัณฑิต	วิศวกรรมเคมี	วิศวกรรมเคมี	มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระ จอมเกล้าธนบุรี	ไทย
2538	โท	วท.ม. วิทยาศาสตร มหาบัณฑิต	เคมีเทคนิค	เคมีเทคนิค	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย	ไทย
2531	ตรี	วท.บ. วิทยาศาสตร์บัณฑิต	เคมี	เคมี	มหาวิทยาลัย เชียงใหม่	ไทย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

การดูดซับ การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

ลำดับที่	ชื่อโครงการวิจัย	แหล่งทุน	ปีงบประมาณ
1	การพัฒนาระถางต้นไม้จากไยมะพร้าว	เครือข่ายงานวิจัยภาคกลางตอนล่าง	2547
2	การสกัดสารนิมบินจากเมล็ดสะเดา	งบประมาณผลประโยชน์	2548
3	กระถางต้นไม้ชำร่วยจากวัสดุเหลือใช้ทาง การเกษตร	งบประมาณผลประโยชน์	2548
4	การผลิตกระถางเพาะชำจากธรรมชาติ	งบประมาณผลประโยชน์	2548
5	กระถางต้นไม้จากวัสดุเหลือใช้ทาง การเกษตร	งบประมาณแผ่นดิน	2548
6	สกัดสารออกฤทธิ์จากฟ้าทะลายโจรด้วย คาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด	งบประมาณแผ่นดิน	2549
7	การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากไม้กฤษณา	งบประมาณแผ่นดิน	2550
8	การพัฒนาการผลิตน้ำอบไทย	งบประมาณแผ่นดิน	2551
9	การพัฒนาวิธีการอบควันเทียน	งบประมาณผลประโยชน์	2551
10	การสกัดน้ำมันจากเมล็ดชะมัดต้น (<i>Hibiscus abelmoschus</i> Linn.)	งบประมาณแผ่นดิน	2552
11	การผลิตรูปหอมจากสารธรรมชาติเพื่อ ศึกษาสารก่อมะเร็งในควันรูป	งบประมาณแผ่นดิน	2554
12	การผลิตลูกหอมสมุนไพรไล่แมลงและ ขจัดกลิ่นอับ	งบประมาณแผ่นดิน	2555

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

(อาจมากกว่า 1 เรื่อง)

ปทุมทิพย์ ดันทับทิมทอง, มาริสา จินะดิษฐ์, สุรัตน์ บุญพึงและจิรพล กลิ่นบุญ. “การพัฒนาระถางต้นไม้จากไยมะพร้าว” (หัวหน้าโครงการ) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเครือข่ายภูมิภาคกลางตอนล่าง ประจำปีงบประมาณ 2547.

ปทุมทิพย์ ดันทับทิมทอง. “การสกัดสารนิมบินจากเมล็ดสะเดา” (หัวหน้าโครงการ) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณผลประโยชน์ ปี 2548.

ปทุมทิพย์ ดันทับทิมทอง, สุรัตน์ บุญพึง, มาริสา จินะดิษฐ์ และ วราภรณ์ ธนะกุลรังสรรค์. “การผลิตกระถางเพาะชำจากธรรมชาติ” (หัวหน้าโครงการ) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณผลประโยชน์ ปี 2548.

สุรัตน์ บุญพึง และปทุมทิพย์ ดันทับทิมทอง. “การสกัดสารออกฤทธิ์ทางยาจากทองพันชั่ง” (ผู้ร่วมวิจัย) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณผลประโยชน์ ปี 2548.

พรประสิทธิ์ คงบุญ, ปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง, มณฑล ชูโซนา และสมจิตร สุขสวัสดิ์. “การกลั่นเอทานอลโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์” (ผู้ร่วมวิจัย) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณผลประโยชน์ ปี 2548.

ปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง, สุรัตน์ บุญพึ่ง, มาริสา จินะดิษฐ์, วราภรณ์ ธนะกุลรังสรรค์, ไชยยันต์ ไชยยะ และฉันทมนี วังสะจันทานนท์. “กระถางต้นไม้จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร” (หัวหน้าโครงการ) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ปี 2548.

ปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง, โสริยา ชินอม, สุรัตน์ บุญพึ่ง, มาริสา จินะดิษฐ์, ไชยยันต์ ไชยยะ และฉันทมนี วังสะจันทานนท์. “กระถางต้นไม้ขำร่วยจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร” (หัวหน้าโครงการ) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณผลประโยชน์ ปี 2548.

มาริสา จินะดิษฐ์ และปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง. “การผลิตกระถางต้นไม้จากเศษใบไม้” (ผู้ร่วมวิจัย) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณผลประโยชน์ ปี 2549.

ปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง และมาริสา จินะดิษฐ์. “สกัดสารออกฤทธิ์จากฟ้าทะลายโจรด้วยอาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด” (หัวหน้าโครงการ) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ปี 2549.

ปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง, มาริสา จินะดิษฐ์, ไชยยันต์ ไชยยะ และชัชวาลย์ สุขมัน. “การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากไม้กฤษณา” (หัวหน้าโครงการ) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ปี 2550.

ปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง และนันทวัน กลิ่นจำปา. “พัฒนาการผลิตน้ำอบไทย” (หัวหน้าโครงการ) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ปี 2551

ปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง, นันทวัน กลิ่นจำปา และไชยยันต์ ไชยยะ. “การพัฒนาวิธีการอบควันเทียน” (หัวหน้าโครงการ) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณผลประโยชน์ ปี 2551

ปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง และนันทวัน กลิ่นจำปา. “การสกัดน้ำมันจากเมล็ดชะมดต้น (*Hibiscus abelmoschus* Linn.)” (หัวหน้าโครงการ) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ปี 2552

ปทุมทิพย์ ตันทับทิมทอง, ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์, ขนิษฐา เจริญลาภ, อรุณี สุรัตน์พิพิธ, สุชาติ เขียรธรรม, วรรณดี แสงดี, สมรรถ ปรีกลาง, ทวีป ณะรอง, ยุทธการ ชันเงิน, ดารานัย รบเมือง, จิตตานันท์ รังสีมณฑุชาติ, เบญจภรณ์ ประภักดี, งามอาจ พลฤกษ์ประมูล, เจนจิรา รุธิโรโก, จุฑาธิป อยู่เย็น, ศรีนคร สุขสอาด และกมลพร จุดจางสิน “การจัดการน้ำเสียเชิงบูรณาการในตลาดน้ำอโยธยา ” (ผู้ร่วมงานวิจัย) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ปี 2553

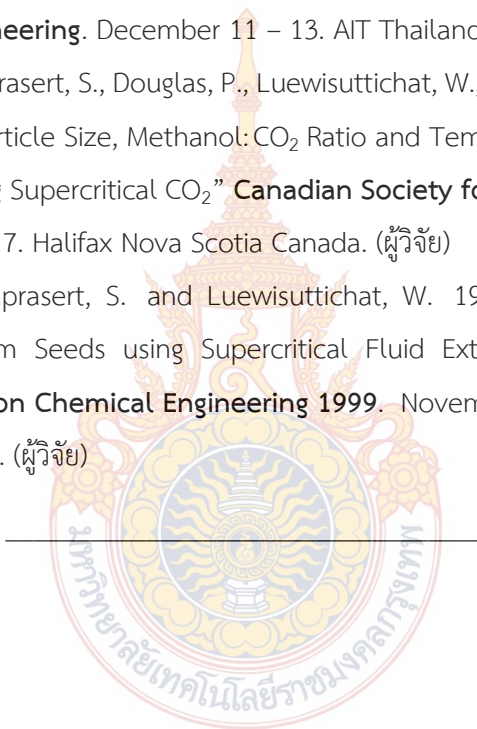
International Journal

Tonthubthimthong, P., Chuaprasert, S., Douglas, P. and Luewisuttichat, W., Wittaya Teppaitoon and La-eid Pengsopa. 2004. “Nimbin Extraction from Neem Seeds using Supercritical CO₂ and a Supercritical CO₂ -Methanol Mixture” **Journal of Supercritical fluids**. 30: 287-301. (ผู้วิจัย)

Tonthubthimthong, P., Chuaprasert, S., Douglas, P. and Luewisuttichat, W. 2001. “Supercritical CO₂ Extraction of Nimbin from Neem Seeds-an Experimental Study” **Journal of Food Engineering**. 47: 289-293. (ผู้วิจัย)

International & Regional Conference

- Tonthubthimthong, P., Ajcharyapagorn, A., Douglas, S., Douglas, P. L. and Pongamphai, S. 2005. “Simulation of Nimbin Extraction by Using Aspen Plus” **the 88th Canadian Chemistry Conference and Exhibition**. May 28- June 1. Saskatoon Centennial Convention Centre Saskatoon Saskatchewan Canada. (ผู้ร่วมวิจัย)
- Tonthubthimthong, P., Chinadit, M., Boonpong, S., Supanya, C., Tanuwong, S. and Tanakulrungsank, W. 2005. “Cultivate Flowerpot Production from Agricultural Waste Materials”, **The 3rd EMSES International Symposium Eco-Energy and Material Science and Engineering Symposium**. April 6-9. Lotus Hotel Pang Suan Kaew Chiangmai Thailand. (ผู้วิจัย)
- Tonthubthimthong, P., Chuaprasert, S., Douglas, P., Luewisuttichat, W., Teppaitoon, W. and Pengsopa, L. 2002. “Nimbin Extraction from Neem Seed using Supercritical CO₂ and a Supercritical CO₂ – Methanol Mixture” **International Conference on Innovations in Food Processing Technology and Engineering**. December 11 – 13. AIT Thailand. (ผู้วิจัย)
- Tonthubthimthong, P., Chuaprasert, S., Douglas, P., Luewisuttichat, W., Teppaitoon W. and Pengsopa, L. 2001. “Effect of Particle Size, Methanol:CO₂ Ratio and Temperature on Nimbin Extraction from Neem Seeds using Supercritical CO₂” **Canadian Society for Chemical Engineering 2001 Conference**. October 17. Halifax Nova Scotia Canada. (ผู้วิจัย)
- Tonthubthimthong, P., Chuaprasert, S. and Luewisuttichat, W. 1999. “Extraction of Medicinal Substances from Neem Seeds using Supercritical Fluid Extraction- A Preliminary Study” **Regional Symposium on Chemical Engineering 1999**. November 22-24. B.P. Smilar Beach Hotel Songkla Thailand. (ผู้วิจัย)



ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล นางสาวปิยะพร คามภีรภาพพันธ์

Miss Piyaporn Kampeerapappun

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน

3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก

คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ สาขาวิชาวิศวกรรมเคมีสิ่งทอ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

เลขที่ 2 ถ. นางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120

โทรศัพท์: 087-594-4594

โทรสาร: 02-287-9714

Email: piyaporn.k@rmutk.ac.th, st_bernard75@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	สถาบัน	สาขาวิชา	ประเทศ
2545	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์และสิ่งทอ	ไทย
2547	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ	ไทย
2551	The University of Akron Chemistry		USA

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

Medical Textile, Nanofiber, Nanotechnology

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

- 7.1 ผลงานวิจัยที่ผ่านมา

Piyaporn Kampeerapappun, Kawee Srikulkit, and Duanghathai Pentrakoon.; Preparation of cassava starch/ montmorillonite nanocomposite film; J. Sci. Res. Chula. Univ, 29 (2), 183-197, 2004.

สถานภาพในการทำวิจัย : ผู้ร่วมโครงการ

แหล่งทุนสนับสนุนการวิจัย : ทุนรัชดาภิเษกสมโภช

Piyaporn Kampeerapappun, Duangdao Aht-ong, Duanghathai Pentrakoon and Kawee Srikulkit. ; Preparation of cassava starch/ montmorillonite composite film; Carbohydrate Polymers, 67 (2), 155-163, 2006.

สถานภาพในการทำวิจัย : ผู้ร่วมโครงการ

แหล่งทุนสนับสนุนการวิจัย : ทุนรัชดาภิเษกสมโภช

Piyaporn Kampeerapappun, Marcos Lopez, Patricio Lopez-Jaramillo, and Daniel J. Smith. Releasing of nitric oxide from elastic electrospun nanofiber; Presented at Boston, MA, USA, August 2007; (poster).

สถานภาพในการทำวิจัย : ผู้ร่วมโครงการ

แหล่งทุนสนับสนุนการวิจัย : Fundacion Cardiovascular de Columbia, Johnson & Johnson

Patricio López-Jaramillo, Daniel J Smith, Sandra Y Silva, Ligia C Rueda, Gustavo A Márquez, Marcos López, Piyaporn Kampeerapappun, Juan C Castillo, Carlos A Calderon, Jaime Matute, Christian F Rueda-Clausen, Arturo Orduz, and Federico A Silva. ; Clinical trial for the treatment of diabetic foot ulcers using a nitric oxide releasing patch; *Trials*, 8(1), 26, 2007.

สถานภาพในการทำวิจัย : ผู้ร่วมโครงการ

แหล่งทุนสนับสนุนการวิจัย : Fundacion Cardiovascular de Columbia, Johnson & Johnson

Piyaporn Kampeerapappun, Kwanchanok Visatchok, and Damaporn Wangarsa.; Preparation and properties of superhydrophobic cotton fabrics.; *Journal of Metals, Materials and Minerals*, 20(2), 79-83, 2010

สถานภาพในการทำวิจัย : หัวหน้าโครงการ

แหล่งทุนสนับสนุนการวิจัย : ไม่มี

Patricio Lopez-Jaramillo, Melvin Y. Rincon, Ronald G. Garcia, Sandra Y, Silva, Erin Smith, Piyaporn Kampeerapappun, Carlos Garcia, Daniel J. Smith, Marcos Lopez, and Ivan D. Velez.; *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 83(1), 97-101, 2010.

สถานภาพในการทำวิจัย : ผู้ร่วมโครงการ

แหล่งทุนสนับสนุนการวิจัย : Fundacion Cardiovascular de Columbia

Piyaporn Kampeerapappun, Trongsu Phattararittigul, Sutida Jittrong, Dararat Kullachod.; Effect of Chitosan and Mordants on Dyeability of Cotton Fabrics with *Ruellia Tuberosa* Linn.; *Chiang Mai Journal of Science*, 38(1), 95-104, 2011.

สถานภาพในการทำวิจัย : หัวหน้าโครงการ

แหล่งทุนสนับสนุนการวิจัย : ไม่มี

Piyaporn Kampeerapappun and Pornpen Siridamrong.; Preparation and Characterization of Silk Sericin Powder/Polyurethane Nanofibers by the Electrospinning Technique. International Conference on Biomaterials Science 2011, Presented at Tsukuba, Japan, March 2011; (poster).

สถานภาพในการทำวิจัย : หัวหน้าโครงการ

แหล่งทุนสนับสนุนการวิจัย : ไม่มี

ปิยะพร คามภักภาพพันธ์ และ นิพนธ์ พนมเขต เรื่อง การพัฒนาเส้นใยประดิษฐ์สององค์ประกอบเพื่อการปลดปล่อยปุ๋ยสำหรับการปลูกกล้วยไม้

สถานภาพในการทำวิจัย : หัวหน้าโครงการ

แหล่งทุนสนับสนุนการวิจัย : สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ 2554

ปิยะพร คามภิรภาพพันธ์ ไชยยันต์ ไชยยะ และพันธญา สุทินทบูรณ์ เรื่องการพัฒนาสมบัติของวัสดุควบคุมอุณหภูมิได้ในตัวเพื่อการใช้งานด้านสิ่งทอ

สถานภาพในการทำวิจัย : หัวหน้าโครงการ

แหล่งทุนสนับสนุนการวิจัย : ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

- หมายเหตุ :**
1. กรณีที่หน่วยงานมิได้ทำการวิจัยเองแต่ใช้วิธีจัดจ้าง โปรดใช้ **แบบ ว-1ด** โดยระบุรายละเอียดตามแบบฟอร์มที่กำหนดไว้ให้มากที่สุด พร้อมทั้งแนบแบบข้อกำหนด (terms of reference - TOR) การจัดจ้างทำการวิจัยด้วย
 2. กรณีเป็นโครงการวิจัยต่อเนื่องที่ได้รับการจัดสรรงบประมาณในปีงบประมาณที่ผ่านมา และนักวิจัยมีความประสงค์จะเสนอขอของบประมาณการวิจัยในปีงบประมาณต่อไป ต้องจัดทำโครงการวิจัยประกอบการเสนอขอของบประมาณด้วย
 3. ระบุข้อมูลโดยละเอียดในแต่ละหัวข้ออย่างถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์ เพื่อประโยชน์ในการประเมินผล
 4. กรณีโครงการวิจัยที่มีการใช้สัตว์ ให้ปฏิบัติตามจรรยาบรรณการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ สภาวิจัยแห่งชาติ (ผนวก 11) และจัดทำเอกสารแนบตามแบบฟอร์มใบรับรองในผนวก 12 จำนวน 2 ชุด
 5. กรณีโครงการวิจัยที่มีการทำวิจัยในคน ให้ปฏิบัติตามจริยธรรมการวิจัยในคน (ผนวก 13) และจัดทำเอกสารแนบตามแบบฟอร์มใบรับรองการอนุมัติให้ดำเนินการวิจัยหรือ Certificate of Approval ที่ออกโดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยของสถาบัน (ผนวก 14) จำนวน 2 ชุด
 6. กรณีโครงการวิจัยที่มีการดำเนินการวิจัยด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ ให้ปฏิบัติตามแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่หรือพันธุ์วิศวกรรม (ผนวก 15) และจัดทำเอกสารแนบตามแบบฟอร์มใบรับรองการอนุมัติให้ดำเนินการวิจัยด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ ที่ออกโดยคณะกรรมการด้านความปลอดภัยทางชีวภาพของสถาบัน (ผนวก 16) จำนวน 2 ชุด