สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โครงการลดปริมาณ Reprocess soap ในโรงงานผลิตสบู่

นางสาวเกศสุดา จงสงวนกลาง

นายมานพ สุขพาสน์เจริญ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 42398
วัน, เดือน, ปี 20 พ.ค. 2545

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเคมี

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A Project to Reduce Reprocess Soap in a Soap Processing Plant

Miss Katesuda Jongsangounklang

Mr. Manop Sukpascharoen

A Report Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Bachelor of Chemical Engineering

Faculty of Engineering

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์เรื่อง	โครงการลดปริมาณ Reprocess soap ในโรงงานผลิตสบู่
โดย	นางสาวเกศสุดา จงสงวนกลาง
	นายมานพ สุขพาสน์เจริญ
ภาควิชาวิศวกรรมเคมี	คณะวิศวกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.อัญชลีพร วาริทสวัสดิ์ หล่อทองคำ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	คุณสงกรานต์ สืบวิสัย[1]

1. ผู้จัดการฝ่ายผลิต (กลุ่มผลิตภัณฑ์ซักล้าง) บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด

ปริญญานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี

คณะกรรมการตรวจสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.อัญชลีพร วาริทสวัสดิ์ หล่อทองคำ)

.....กรรมการ
(คุณสงกรานต์ สืบวิสัย)

.....กรรมการ
(ดร.โจโกะ เทเรซ่า อิโต้)

.....กรรมการ
(อาจารย์บุญชัย โชติวิริยวาณิชย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง โครงการลดปริมาณ Reprocess soap ในโรงงานผลิตสบู่

โดย นางสาวเกศสุดา จงสงวนกลาง

นายมานพ สุขพาสน์เจริญ

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.อัญชลีพร วาริทสวัสดิ์ หล่อทองคำ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม คุณสงกรานต์ สืบวิสัย

1. ผู้จัดการฝ่ายผลิต (กลุ่มผลิตภัณฑ์ซักล้าง) บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด

ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

Neat soap เป็นผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการ (Intermediate product) ในการผลิตสบู่เม็ด (Soap chip) และมีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตสบู่แบบต่อเนื่อง เนื่องจาก Neat soap ที่มีคุณภาพไม่เหมาะสมต่อกระบวนการผลิตสบู่เม็ดจะต้องนำเข้ากระบวนการ Reprocess soap และเป็นความสูญเสียหลักของโรงงานผลิตสบู่

จากหลักการการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมและแนวคิดทางเทคโนโลยีสะอาดพบว่า ปริมาณน้ำมันอิสระ (Free oil) ใน Crude soap เป็นปัจจัยสำคัญต่อคุณภาพของ Neat soap ปริมาณน้ำมันอิสระใน Crude soap ที่มากเกินไปจะทำให้ Washed soap ที่ออกจากหอล้างสบู่มีปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์น้อยเกินไป และไม่เหมาะที่จะนำเข้าสู่เครื่องเหวี่ยงแยกเพื่อแยกสิ่งเจือปนออก ดังนั้น Neat soap ที่ได้จึงมีคุณภาพต่ำ และต้องนำไปเข้ากระบวนการ Reprocess soap

การที่ปริมาณน้ำมันอิสระใน Crude soap มีมากเกินไป เพราะอุณหภูมิของ Blend Bleached Oil (BBO) มีอุณหภูมิต่ำไม่เหมาะสมต่อการทำปฏิกิริยาสปอนนิฟิเคชันในถังต้มสบู่ และเมื่อเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิของ BBO ก่อนเข้าทำปฏิกิริยาจาก a องศาเซลเซียส เป็น f องศาเซลเซียส จะทำให้ปริมาณน้ำมันอิสระใน Crude soap ลดลงประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์

การเพิ่มอุณหภูมิของ BBO ให้สูงขึ้นดังกล่าว สามารถลดการสูญเสียสบู่เนื่องจากการ Reprocess soap ในถังต้มสบู่และหอล้างสบู่ แต่ต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายในการผลิตปริมาณไอน้ำเพิ่มขึ้น 192 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับราคาปริมาณไอน้ำที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Report Title A Project to Reduce Reprocess Soap in Soap Processing Plant

By Miss Katesuda Jongsangounklang

Mr. Manop Sukpascharoen

Advisor Asst. Prof. Dr. Anchaleeporn Waritswat Lothongkum

Co-Advisor Mr. Songkran Suebvisai[1]

1. Manufacturing Manager (Detergents)/TPM Coordinator, Unilever Thai Holdings Limited

Report for Bachelor Degree of Chemical Engineering

Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Abstract

Neat soap is an intermediate product in soap chip process and important in the continuous soap production. Low quality neat soap must be reprocessed, which becomes a big loss of the company.

Based on Total Productive Maintenance and Cleaner Technology concepts, the amount of free oil in crude soap plays an important role in the quality of neat soap. The more amount of free oil in crude soap, the less NaOH contained in washed soap from the Rotating Disc Contactor (R.D.C.), and is not suitable to be separated in the centrifuge resulting in low quality neat soap.

The excess free oil in crude soap occurred because the temperature of Blend Bleached Oil (BBO) was too low for the saponification reaction in the saponification tank. Free oil in crude soap of about 90% decreased with an increase in BBO temperature to f degree celcius.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้เป็นงานที่ทำต่อเนื่องมาจากการฝึกงานภาคฤดูร้อนในโครงการเทคโนโลยีสะอาดระหว่างเดือนเมษายน-พฤษภาคม 2543 ซึ่งจัดโดยโครงการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ผู้วิจัยขอขอบคุณ สวทช. มา ณ โอกาสนี้ และขอขอบคุณ บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด เป็นอย่างสูงที่ให้โอกาสและให้การสนับสนุนผู้วิจัยในการดำเนินงานตลอดมา

โครงการนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน คือ คุณสงกรานต์ สืบวิสัย ผู้จัดการฝ่ายผลิต (ผลิตภัณฑ์ซักล้าง) อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม คุณนงลักษณ์ อิ่มพิทักษ์ ผู้จัดการฝึกหัด โรงงานสบู่ คุณยุทธศาสตร์ ภาโสม ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ รวมทั้งพี่ๆ ในแผนกสบู่ ฝ่ายวิจัยและพัฒนา ฝ่ายซ่อมบำรุง ทุกท่านที่ให้ข้อมูล คำปรึกษา คำแนะนำ และความร่วมมือตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

ผศ.ดร.อัญชลีพร วาริทสวัสดิ์ หล่อทองคำ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำปรึกษาในการทำโครงการ การนำเสนอรายงาน และการตรวจแก้ไขรายงาน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

นางสาวเกศสุดา จงสงวนกลาง

นายมานพ สุขพาสน์เจริญ

27 มีนาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

By increasing the temperature of BBO, reprocess soap from the saponification tank and the R.D.C. reduced. However, the operating cost is expected to increase about 192% from present for steam generation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ง
กิตติกรรมประกาศ	ซ
สารบัญ	ฌ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญรูป	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงการ	1
1.2 เหตุจูงใจในการดำเนินโครงการ	2
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.4 ขอบเขตของโครงการ	2
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
1.6 ขั้นตอนในการดำเนินโครงการ	3
บทที่ 2 ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมและหลักการของเทคโนโลยีสะอาด	4
2.1 ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม	4
2.1.1 แนวคิดของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม	4
2.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม กับเทคโนโลยีสะอาด	4
2.2 เทคโนโลยีสะอาด (Cleaner technology)	5
2.2.1 หลักการของเทคโนโลยีสะอาด	5
2.2.2 วิธีการของเทคโนโลยีสะอาด	6
2.2.3 การดำเนินการด้านเทคโนโลยีสะอาด	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 คุณสมบัติของสบู่และกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม	11
3.1 สบู่	11
3.2 ไขมันและน้ำมัน	13
3.3 กระบวนการผลิตสบู่ในอุตสาหกรรม	21
3.3.1 Continuous saponification system	21
3.3.2 Fatty acid neutralization	22
บทที่ 4 ประวัติโรงงานและกระบวนการผลิตสบู่	25
4.1 ประวัติโรงงาน	25
4.2 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานผลิตสบู่	26
4.3 กระบวนการผลิตสบู่	26
4.3.1 การผลิตสบู่ (Soap processing plant)	26
4.3.2 การบรรจุหีบห่อ (Soap finishing plant)	27
บทที่ 5 การศึกษาเพื่อหาวิธีการลดปริมาณ Reprocess soap และผลที่ได้	32
5.1 ปัญหาที่พบในปัจจุบัน	32
5.2 การศึกษาหาสาเหตุของปัญหา	33
5.3 การทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการเกิดปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชัน ในถังต้มสบู่	35
5.3.1 การทดลองในห้องปฏิบัติการ	35
5.3.2 การทดลองกับระบบการผลิตจริง	39
บทที่ 6 สรุปผลการดำเนินการและข้อเสนอแนะ	43
6.1 สรุปผลการดำเนินการ	43
6.2 ข้อเสนอแนะ	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
รายการอ้างอิง		45
ภาคผนวก		46
ภาคผนวก ก	ประมวลคำศัพท์	47
ภาคผนวก ข	แผนภาพแสดงสารเข้าและสารออกในแต่ละหน่วยปฏิบัติการ	51
ภาคผนวก ค	การวิเคราะห์หาองค์ประกอบ	54
ภาคผนวก ง	ข้อมูลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ	62
ภาคผนวก จ	ข้อมูลจากกระบวนการผลิต (อยู่ในรายงานฉบับส่งบริษัทฯ)	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	ประเภทของไขมันและน้ำมันที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรม	13
ตารางที่ 2	องค์ประกอบต่างๆ ของน้ำมันปาล์ม	18
ตารางที่ 3	องค์ประกอบต่างๆ ของน้ำมันมะพร้าวและ Palm kernel oil	19
ตารางที่ ง.1	ข้อมูลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ a องศาเซลเซียส	63
ตารางที่ ง.2	ข้อมูลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ b องศาเซลเซียส	63
ตารางที่ ง.3	ข้อมูลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ c องศาเซลเซียส	64
ตารางที่ ง.4	ข้อมูลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ d องศาเซลเซียส	64
ตารางที่ จ.1	ข้อมูลจากกระบวนการผลิต (วันที่ 7/11/00)	
ตารางที่ จ.2	ข้อมูลจากกระบวนการผลิต (วันที่ 23/11/00)	
ตารางที่ จ.3	ข้อมูลจากกระบวนการผลิต (วันที่ 16/11/00)	
ตารางที่ จ.4	ข้อมูลจากกระบวนการผลิต (วันที่ 14/11/00)	
ตารางที่ จ.5	ข้อมูลจากกระบวนการผลิต (วันที่ 17/10/00)	
ตารางที่ จ.6	ข้อมูลจากกระบวนการผลิต (วันที่ 7/12/00)	

หมายเหตุ ตารางที่ จ.1-จ.6 อยู่ในรายงานฉบับส่งบริษัทฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 1	วัตถุดิบที่เป็นองค์ประกอบในอุตสาหกรรมการผลิตสบู่	20
รูปที่ 2	ลักษณะของการเกิดปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชันที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา	23
รูปที่ 3	กระบวนการผลิตสบู่อย่างง่าย	27
รูปที่ 4	กระบวนการผลิตในส่วนของ Soap making plant	28
รูปที่ 5	สัดส่วนปริมาณ Reprocess soap ที่เกิดจากหน่วยปฏิบัติการต่างๆ	33
รูปที่ 6	กราฟแสดงปริมาณน้ำมันอิสระใน Crude soap ที่อุณหภูมิที่ออกจาก เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (เก็บข้อมูลจากกระบวนการผลิต)	35
รูปที่ 7	กราฟแสดงปริมาณน้ำมันอิสระใน Crude soap ที่อุณหภูมิ a และ b องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำกลั่น 0-6 กรัม (เก็บข้อมูลจากห้องปฏิบัติการ)	37
รูปที่ 8	กราฟแสดงปริมาณน้ำมันอิสระใน Crude soap ที่อุณหภูมิ a และ b องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำกลั่น 0-3 กรัม (เก็บข้อมูลจากห้องปฏิบัติการ)	38
รูปที่ 9	กราฟแสดงปริมาณน้ำมันอิสระใน Crude soap ที่อุณหภูมิ c และ d องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำกลั่น 0-3 กรัม (เก็บข้อมูลจากห้องปฏิบัติการ)	39
รูปที่ 10	กราฟแสดงปริมาณน้ำมันอิสระใน Crude soap ที่อุณหภูมิต่างๆ (เก็บข้อมูลจากกระบวนการผลิต)	41
รูปที่ 11	กราฟแสดงปริมาณน้ำมันอิสระใน Crude soap ที่อุณหภูมิ f องศาเซลเซียส (เก็บข้อมูลจากกระบวนการผลิต)	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

อุตสาหกรรมในประเทศไทยทุกวันนี้นับว่ามีการแข่งขันทางการตลาดสูงมาก ทั้งทางด้านคุณภาพของสินค้า เทคโนโลยีการผลิต ซึ่งนับเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายในการผลิต ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ผลกำไรสุทธิของบริษัท และสัดส่วนของตลาดผู้บริโภค ดังนั้นหากผู้ประกอบการใดสามารถที่จะใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุดได้ก็จะสามารถผลิตสินค้าที่มีคุณภาพสูง มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและมีค่าใช้จ่ายในการผลิตต่ำ

จากความสำคัญดังกล่าวกลุ่มผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตสบู่ โดยศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของสบู่ เนื่องจากปริมาณสบู่ที่ไม่ได้คุณภาพจะต้องนำกลับเข้าสู่กระบวนการ Reprocess soap ซึ่งก่อให้เกิดความสูญเสียหลายประการ ได้แก่ วัตถุดิบ สารเติมแต่ง เวลา แรงงาน และนำมาซึ่งการเสื่อมสภาพของเครื่องจักรก่อนเวลาอันควร ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตสูง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธีลดปริมาณสบู่ที่ไม่ได้คุณภาพนี้ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการผลิต

จากการศึกษาเบื้องต้นด้วยหลักการของ TPM และแนวคิดของเทคโนโลยีสะอาดพบว่าปฏิกิริยาการเกิดสบู่หรือปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชัน (Saponification) เกิดขึ้นอย่างไม่สมบูรณ์ ทำให้มีปริมาณน้ำมันอิสระหลงเหลืออยู่ใน Crude soap เป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ใน Washed soap หลังทำการแยกกลีเซอรีนออกจาก Crude soap มีปริมาณน้อย เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันอิสระกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์อย่างต่อเนื่อง Washed soap ที่ได้จึงมีคุณสมบัติเหลวเกินไป ไม่เหมาะที่จะนำเข้าสู่เครื่องเหวี่ยงแยก Neat soap ที่ได้จึงมีคุณภาพต่ำและต้องนำเข้าสู่กระบวนการ Reprocess soap ส่งผลให้ทางบริษัทเกิดการสูญเสียเป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากการใช้ทรัพยากรการผลิตไม่คุ้มค่า เสียค่าใช้จ่ายในการผลิตเพิ่ม เสียเวลาการผลิตเนื่องจากต้องนำสบู่ที่ไม่ได้คุณภาพมาเข้ากระบวนการผลิตใหม่ เสียโอกาสการขายผลิตภัณฑ์ เป็นต้น จากการศึกษาสามารถสันนิษฐานสาเหตุของปัญหาได้หลายประการ เช่น อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชันอาจไม่เหมาะสม อัตราส่วนของสารตั้งต้นที่เข้าทำปฏิกิริยาอาจไม่เหมาะสม เป็นต้น

1.2 เหตุจูงใจในการดำเนินโครงการ

1.2.1 การทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมทำให้ค้นพบปัญหาที่ต้องหาวิธีแก้ไข และท้าทายความสามารถของผู้แก้ไขปัญหาเสมอ จึงเป็นโอกาสที่จะเรียนรู้และเสริมสร้างความสามารถของตนเอง

1.2.2 การทำงานกับผู้ปฏิบัติงานในโรงงานจริงเป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติงานในอนาคตทั้งในด้านมนุษยสัมพันธ์และประสบการณ์การทำงาน

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ

ลดปริมาณ Reprocess soap ในโรงงานผลิตสบู่

1.4 ขอบเขตของโครงการ

1.4.1 ศึกษาหลักการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบด้วยหลักการของเทคโนโลยีสะอาด

1.4.2 ศึกษากระบวนการผลิตสบู่

1.4.3 ทดลองและเก็บข้อมูลเพื่อค้นหาสาเหตุหลักที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของสบู่

1.4.4 วิเคราะห์ข้อมูล พร้อมทั้งเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.5.1 มีความรู้ความเข้าใจในการวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบด้วยหลักการของเทคโนโลยีสะอาด

1.5.2 พัฒนากระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.3 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการผลิตสบู่ และหลักการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ในกระบวนการผลิต

1.5.4 โรงงานสามารถใช้ทรัพยากรการผลิตและพลังงานอย่างมีประโยชน์และคุ้มค่าที่สุด ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิต

1.5.5 ได้แนวทางในการพัฒนากระบวนการผลิตสบู่ของโรงงานที่มีประสิทธิภาพ และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงโดยมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

1.5.6 ก่อให้เกิดแนวทางที่จะปรับปรุงและพัฒนากระบวนการผลิตในส่วนอื่นๆ ต่อไป

1.6 ขั้นตอนในการดำเนินโครงการ

1.6.1 ศึกษาความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาอย่างมีระบบตามหลักการของเทคโนโลยีสะอาด

1.6.2 ศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนกระบวนการผลิตสบู่

1.6.3 ทำการเก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น ตามขั้นตอนดังนี้

1) วิเคราะห์ปัญหาตามหลักการของเทคโนโลยีสะอาด

2) ทำการจำลองการทดลองในห้องปฏิบัติการและเก็บข้อมูลของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อคุณภาพของสบู่

3) วิเคราะห์ข้อมูล

1.6.4 ประชุมกับกลุ่มทำงานของโรงงานเพื่อหาแนวทางเลือกในการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการผลิตอย่างเหมาะสม

1.6.5 ดำเนินการพัฒนาตามแนวทางเลือกที่ได้เลือกไว้และเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาวิธีการต่อไป

1.6.6 สรุปผลการดำเนินงานให้กับทางโรงงาน

1.6.7 จัดทำรายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมและหลักการของเทคโนโลยีสะอาด

2.1 ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม [1-2]

2.1.1 แนวคิดของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม

ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นส่วนหนึ่งของระบบการจัดการในองค์กร ซึ่งมุ่งเน้นด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยมีการวางแผน การจัดโครงสร้างหน้าที่ความรับผิดชอบ ขั้นตอนการปฏิบัติงานและทรัพยากรที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการทบทวนและการประกาศนโยบายสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดการปรับปรุงและดำเนินการอย่างต่อเนื่อง

ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อม หมายถึง ประเด็นปัญหาที่เกิดจากการผลิต ผลิตภัณฑ์ หรือ การบริการที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็นทางตรงหรือทางอ้อม

ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมทางตรง หมายถึง ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมทั้งหลายที่เกิดขึ้นโดยตรงจากการผลิต ผลิตภัณฑ์ หรือ การบริการ เช่น การปล่อยอากาศเสีย น้ำเสีย และ/หรือขยะออกสู่สิ่งแวดล้อม การใช้ทรัพยากรอย่างไม่มีประสิทธิภาพ เป็นต้น

ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมทางอ้อม หมายถึง ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมทั้งหลายที่เกิดขึ้นภายนอกโรงงาน แต่เป็นผลสืบเนื่องมาจากการผลิต ผลิตภัณฑ์ หรือ การบริการของโรงงาน เช่น มลภาวะจากการขนส่งผลิตภัณฑ์ มลภาวะที่เกิดจากบริษัทผู้รับเหมา มลภาวะที่เกิดขึ้นเนื่องจากการใช้ผลิตภัณฑ์

2.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมกับเทคโนโลยีสะอาด

ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมจะมีการดำเนินการสำรวจระบบการจัดการทางด้านสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น เพื่อค้นหาประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อม จากนั้นจะทำการจัดลำดับความสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ได้ เพื่อแสดงถึงประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญ ซึ่งแต่ละประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญจะต้องทำการแก้ไข โดยมีการกำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายขึ้น วิธีการที่จะทำการแก้ไขประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายจะอาศัยแนวคิดของเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งจะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีสะอาดเป็นวิธีการเพื่อจัดการกับประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญ โดยเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินการระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม

อย่างไรก็ตาม การดำเนินการตามแนวคิดของเทคโนโลยีสะอาดสามารถกระทำได้โดยไม่จำเป็นต้องมีระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยกำหนดขอบเขตที่สนใจหรือต้องการที่จะประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด แล้วทำการประเมินปัญหาสิ่งแวดล้อมเฉพาะตามขอบเขตที่กำหนด โดยมีเป้าหมายหลัก คือ เพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อได้ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมแล้วก็จะทำการประยุกต์ใช้แนวคิดเทคโนโลยีสะอาดกับประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมนั้น การประยุกต์ใช้แนวคิดเทคโนโลยีสะอาดในรูปแบบนี้จะเป็นการจัดการกับกระเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมในขอบเขตที่แคบกว่าการดำเนินการระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม

2.2 เทคโนโลยีสะอาด (Cleaner technology) [3-5]

2.2.1 หลักการของเทคโนโลยีสะอาด

เทคโนโลยีสะอาด คือ กลยุทธ์ในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดผลกระทบหรือความเสี่ยงอันจะเกิดขึ้นต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด และต้องมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งทำได้โดยการป้องกันมลพิษ การลดการใช้พลังงาน การใช้น้ำและทรัพยากรอื่นๆ ตลอดจนการลดความสูญเสียให้น้อยที่สุด โดยการเปลี่ยนแนวความคิดจากการแก้ไขเป็นการป้องกัน เพื่อนำไปสู่การพัฒนาทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อมและทางเศรษฐศาสตร์แบบยั่งยืน การดำเนินการของเทคโนโลยีสะอาดเป็นการทำให้ของเสียหรือมลพิษลดลงโดยการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด ซึ่งเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมและลดค่าใช้จ่ายในการผลิตไปพร้อมๆ กันเพราะจะทำให้มีการใช้วัตถุดิบ สารเคมี และค่าใช้จ่ายในการบำบัดของเสียลดลง อีกทั้งยังลดอันตรายและความเสี่ยงจากการปฏิบัติงาน รวมถึงผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพมากขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 วิธีการของเทคโนโลยีสะอาด

วิธีการของเทคโนโลยีสะอาดสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

1) ลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด

1.1 เปลี่ยนแปลงและปรับปรุงผลิตภัณฑ์

1.1.1 ปรับเปลี่ยนสูตรของผลิตภัณฑ์เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อผู้บริโภคนำไปใช้

1.1.2 เพิ่มอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์

1.1.3 ยกเลิกการใช้ส่วนหรือองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

1.1.4 ออกแบบผลิตภัณฑ์ที่สามารถแยกส่วนได้ ติดตั้งง่าย ประกอบง่าย และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ง่าย

1.1.5 ยกเลิกหีบห่อบรรจุที่ไม่จำเป็น

1.2 เปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต

1.2.1 เปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ เช่น

1.2.1.1 ลดหรือยกเลิกการใช้วัตถุดิบที่เป็นอันตราย

1.2.1.2 ใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพสูง เพื่อหลีกเลี่ยงการเติมสิ่งปนเปื้อนเข้าไปในกระบวนการผลิต

1.2.1.3 ใช้วัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

1.2.2 เปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี เช่น

1.2.2.1 เปลี่ยนอุปกรณ์ ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ หรือระบบท่อเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายหรือขนถ่ายอุปกรณ์

1.2.2.2 ใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติที่ช่วยลดปริมาณผลผลิตที่ไม่ได้คุณภาพและไม่ได้มาตรฐาน

1.2.2.3 ปรับปรุงการดำเนินการผลิต เช่น อัตราการไหล อุณหภูมิ ความดันหรือระยะเวลา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตหรือลดปริมาณของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2.4 เติมสารเร่งปฏิกิริยาให้เหมาะสมกับระบบ

1.2.3 ปรับปรุงการดำเนินการหรือการจัดการ เช่น

1.2.3.1 มีกระบวนการทำงานและขั้นตอนบำรุงรักษาที่ชัดเจน

1.2.3.2 มีการบริหารการปฏิบัติงาน

1.2.3.3 มีการจัดการให้การไหลของงานเป็นไปโดยราบรื่น

1.2.3.4 ปรับปรุงการขนถ่ายวัสดุให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.2.3.5 มีขั้นตอนการผลิตที่ชัดเจน

1.2.3.6 มีการทำรายงานบันทึกการควบคุมสินค้าคงคลัง

1.2.3.7 มีการฝึกอบรมให้แก่พนักงานอย่างสม่ำเสมอ

1.2.3.8 มีการแยกประเภทของมลพิษออกจากกันตามวิธีการกำจัด

2) การนำกลับมาใช้ใหม่

2.1 ใช้ผลิตภัณฑ์หมุนเวียน เช่น

2.1.1 นำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิตอีกครั้ง

2.1.2 นำไปใช้กับกระบวนการอื่น

2.2 ใช้เทคโนโลยีการหมุนเวียน โดย

2.2.1 ผ่านกระบวนการเพื่อนำทรัพยากรกลับมาใช้อีก

2.2.2 ผ่านกระบวนการเพื่อทำให้เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้

2.2.3 การดำเนินการด้านเทคโนโลยีสะอาด

ขั้นตอนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดตามหลักของ UNIDO/UNEP สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) การวางแผนการจัดองค์กร (Planning and Organization)

1.1 ผู้บริหารให้การสนับสนุนและมีส่วนร่วมในการดำเนินการ

1.2 จัดตั้งทีมงานหรือกลุ่มดำเนินการ

1.3 กำหนดเป้าหมายของปัญหาที่จะแก้ไขให้ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ระดมความเห็น ค้นหาอุปสรรค และวิธีแก้ไข

2) การประเมินเบื้องต้น (Pre-assessment)

เพื่อเลือกหัวข้อปัญหาที่สำคัญที่จะทำการศึกษาต่อในขั้นตอนการตรวจประเมินละเอียด ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 จัดทำแผนภูมิกระบวนการผลิต

2.2 ประเมินสารป้อนเข้าและออกทั้งหมดของกระบวนการผลิต

2.3 เลือกหัวข้อที่สำคัญสำหรับการตรวจประเมินละเอียด

3) การประเมินละเอียด (Assessment)

เพื่อหาตัวเลขปัจจัยหลักของกระบวนการผลิต (Key factor) และสร้างทางเลือกข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด พร้อมกับทำการกำหนดข้อเสนอที่สามารถลงมือปฏิบัติได้ทันที และข้อเสนอที่ต้องศึกษารายละเอียดเพิ่มเติม ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ทำสมดุลมวลสารและพลังงานอย่างละเอียด

3.2 หาแหล่งและสาเหตุของการเกิดของเสีย มลพิษ การสูญเสียพลังงาน

3.3 สร้างทางเลือกข้อเสนอทางเทคโนโลยีสะอาด

3.4 คัดเลือกข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด

4) การศึกษาความเป็นไปได้

เพื่อเลือกข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดสำหรับการลงมือปฏิบัติ ผลที่ได้จากการศึกษาความเป็นไปได้ ได้แก่ ข้อเสนอที่เป็นไปได้ในการลงมือปฏิบัติ หรือผลที่คาดว่าจะได้จากแต่ละข้อเสนอ คือ มีดัชนีชี้วัดถึงความสำเร็จและมีการบันทึกข้อมูลอย่างชัดเจน การศึกษาความเป็นไปได้ ประกอบด้วย

4.1 การประเมินเบื้องต้น

เพื่อประเมินว่าแต่ละข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดต้องศึกษารายละเอียดมากน้อยเพียงใด ต้องใช้ข้อมูลอะไรบ้าง เนื่องจากแต่ละข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดจะมีความแตกต่างกัน ไม่จำเป็นต้องศึกษาละเอียดทุกกรณี ซึ่งสามารถแยกออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 ข้อเสนอที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ทันที (เห็นประโยชน์ชัดเจน)

4.1.2 ข้อเสนอที่ไม่เหมาะสมในการปฏิบัติ (ไม่ทำการพิจารณาต่อ)

4.1.3 ข้อเสนอที่ต้องทำการประเมินทางเทคนิคและทางเศรษฐศาสตร์

4.2 การประเมินทางเทคนิค

เพื่อประเมินความเป็นไปได้ทางเทคนิคของข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด ใช้กับข้อเสนอที่ต้องมีการลงทุนเพิ่มเติมสูง และมีผลกระทบต่อกระบวนการผลิต อัตราการผลิต หรือความปลอดภัย โดยอาจทำการทดลองในห้องปฏิบัติการในบางส่วนของสายการผลิต เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการดำเนินการ

4.3 การประเมินทางเศรษฐศาสตร์

เป็นการประเมินความคุ้มค่าของค่าใช้จ่ายที่จะต้องลงทุนเพิ่ม โดยจะพิจารณาทางเลือกที่ให้ผลตอบแทนที่ดีที่สุด โดยจะต้องรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการคำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ และวิเคราะห์ผลกำไรที่ได้ โดยพิจารณาจากระยะเวลาคืนทุน มูลค่าเงินปัจจุบัน และอัตราการตอบแทนการลงทุน

4.4 การประเมินทางสิ่งแวดล้อม

เพื่อประเมินผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินทางสิ่งแวดล้อม ดังนี้

4.4.1 ความเสี่ยงในแง่ของการใช้ทรัพยากร

4.4.2 ความเสี่ยงในการก่อให้เกิดมลพิษ

4.5 การเลือกข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด

ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ

4.5.1 รวบรวมผลจากการประเมินข้อเสนอที่เป็นไปได้และข้อเสนอที่เป็นไปไม่ได้

4.5.2 ตัดข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดที่ไม่เหมาะสมทางด้านเทคนิคและสิ่งแวดล้อมออกก่อน จากนั้นนำข้อเสนอที่เหลือมาเปรียบเทียบกันในเรื่องความคุ้มทุนทางเศรษฐ-ศาสตร์เพื่อจัดลำดับก่อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) การลงมือปฏิบัติ (Implementation) และการติดตามผล

เป็นการปฏิบัติตามข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดที่ได้เลือกไว้และติดตามผลเพื่อตรวจสอบและประเมินผลการดำเนินการ และมีการทบทวนโดยผู้บริหารเพื่อให้มีการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง ซึ่งต้องทำการเปรียบเทียบผลที่ได้จริงกับเป้าหมายที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

คุณสมบัติของสบู่และกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม

3.1 สบู่ [6]

สบู่เป็นเคมีภัณฑ์ชำระล้างที่รู้จักกันมาเป็นเวลานาน และเป็น Surface active agent หรือ Surfactant ประเภทหนึ่ง ซึ่งโมเลกุลของ Surfactant ประกอบด้วยส่วนที่มีขั้ว (Hydrophilic) มีคุณสมบัติชอบน้ำ ประกอบด้วยหมู่คาร์บอกซิล และส่วนที่ไม่มีขั้ว (Hydrophobic) จะเกิดแรงผลักเมื่อเข้าใกล้โมเลกุลของน้ำ ประกอบด้วยโมเลกุลของสายโซ่คาร์บอน จากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้สบู่สามารถละลายได้ในวัฏภาคของสารละลายไม่มีขั้วและมีขั้ว ทำให้สบู่สามารถที่จะใช้ชำระล้างสิ่งสกปรกและไขมันได้

สบู่มีคุณสมบัติทั่วไป ดังนี้

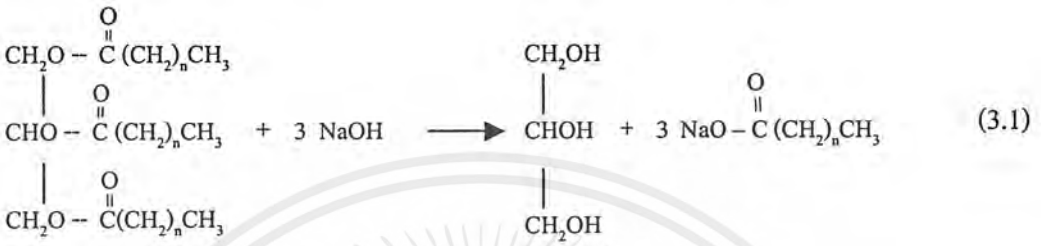
1) สบู่ผลิตจากไขมันหรือน้ำมันธรรมชาติ ซึ่งไขมันหรือน้ำมันประกอบด้วยโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์เป็นโครงสร้างหลัก เชื่อมต่อพันธะเอสเทอร์กับกรดไขมัน 3 โมเลกุล การวิเคราะห์ Surfactant อื่นๆ อาจใช้ไขมันและน้ำมันหรือปิโตรเคมีภัณฑ์เป็นสารตั้งต้น แต่จะต้องมีกระบวนการเคมีอื่นๆ เพิ่มเติมเข้าไป เช่น Sulfonation, Esterification, Sulfation และ Amidation

2) สบู่ในรูปสารประกอบเชิงซ้อนที่ไม่ละลายน้ำ (Curd) จะแยกตัวในลักษณะของแข็งลอยอยู่ในสารละลายแคลเซียมและแมกนีเซียมไอออน ซึ่งเป็นไอออนของโลหะที่พบในน้ำกระด่าง ซึ่ง Curd นี้จะทำให้ประสิทธิภาพในการชำระล้างของสบู่ลดลง และทำให้สบู่มีคุณสมบัติที่ไม่ต้องการ

สบู่เป็นผลิตภัณฑ์จากการทำปฏิกิริยาทั้งโดยตรงและโดยอ้อมระหว่างสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือโลหะอัลคาไลน์เอิร์ท์ไฮดรอกไซด์กับไขมันและน้ำมันจากแหล่งธรรมชาติ เช่น ไตรกลีเซอไรด์ โดยปกติไขมันและน้ำมันจะประกอบด้วยโมเลกุลของกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

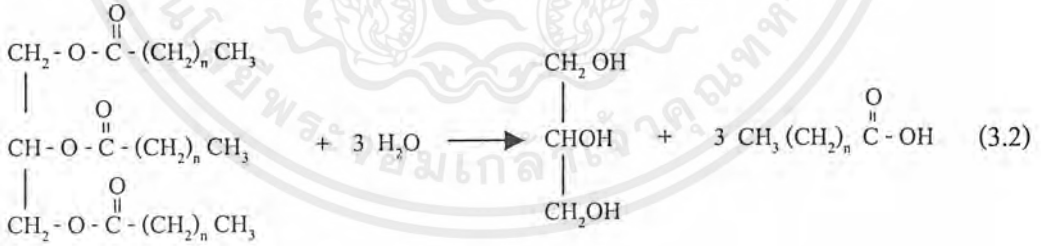
ตัวของสายโซ่คาร์บอน 8 ถึง 20 อะตอม เชื่อมพันธะเอสเทอร์กับกลีเซอรีน ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำปฏิกิริยาของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์กับไตรกลีเซอไรด์ คือ กลีเซอรีนและสบู่ ปฏิกิริยาดังกล่าวเรียกว่า สปอนิฟิเคชัน



(3.1)

ไตรกลีเซอไรด์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ กลีเซอรีน สบู่

ปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชันสามารถดำเนินปฏิกิริยาเพียงขั้นตอนเดียว ดังแสดงในสมการ (3.1) หรือดำเนินปฏิกิริยาโดยอ้อม 2 ขั้นตอน โดยขั้นแรกจะทำการผลิตกรดไขมันไม่อิ่มตัว (มีพันธะคู่ในสายโซ่คาร์บอน) จากการไฮโดรไลซิสไขมันหรือน้ำมัน ขั้นที่สอง คือ ขั้นตอนการผลิตสบู่โดยการทำให้กรดไขมันเป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ดังสมการ (3.2) และ (3.3) ตามลำดับ ซึ่งการผลิตสบู่วิธีหลังนี้เป็นวิธีที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตสบู่อย่างแพร่หลาย



(3.2)

ไขมัน น้ำ กลีเซอรีน กรดไขมัน

(3.3)

กรดไขมัน โซเดียมไฮดรอกไซด์ สบู่ น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ไขมันและน้ำมัน [6]

ไขมันและน้ำมันแต่ละชนิดที่มีองค์ประกอบต่างกัน มีคุณสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างกัน ทำให้ได้กรดไขมันและสบู่มีคุณสมบัติหลากหลาย ไขมันและน้ำมันเป็นสารประเภทกลีเซอไรด์ ประกอบด้วยกลีเซอรีนเชื่อมพันธะเอสเทอร์กับกรดไขมัน 3 โมเลกุล ซึ่งสายโซ่โมเลกุลของกรดไขมันที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของไขมันและน้ำมันนั้นๆ ตารางที่ 1 แสดงประเภทของไขมันและน้ำมันที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรม

ตารางที่ 1 ประเภทของไขมันและน้ำมันที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรม [6]

Common name	Chemical name	Chemical formula	Symbol	Animal fats, wt%		Vegetable oils, wt%		
				Tallow	Lard	Coconut	Palm kernel	Soybean
			Saturated fatty acids					
Caprylic	Octanoic	$C_8H_{16}O_2$	C8			7	3	
Capric	Decanoic	$C_{10}H_{20}O_2$	C10			6	3	
Lauric	Dodecanoic	$C_{12}H_{24}O_2$	C12			50	50	0.5
Myristic	Tetradecanoic	$C_{14}H_{28}O_2$	C14	3	1.5	18	18	0.5
Palmitic	Hexadecanoic	$C_{16}H_{32}O_2$	C16	24	27	8.5	8	12
Magaric	Heptadecanoic	$C_{17}H_{34}O_2$	C17	1.5	0.5			
Stearic	Octadecanoic	$C_{18}H_{36}O_2$	C18	20	13.5	3	2	4
			Unsaturated fatty acids					
Myristoleic	Tetradecenoic	$C_{14}H_{26}O_2$	C14:1	1				
Palmitoleic	Hexadecenoic	$C_{16}H_{30}O_2$	C16:1	2.5	3			
Oleic	Octadecenoic	$C_{18}H_{34}O_2$	C18:1	43	43.5	6	14	25
Linoleic	Octadecadienic	$C_{18}H_{32}O_2$	C18:2	4	10.5	1	2	52
Linolenic	Octadecatrienic	$C_{18}H_{30}O_2$	C18:3	0.5	0.5	0.5		6

ไขมันหรือน้ำมันที่ประกอบด้วยสายโซ่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวหรือสายโซ่ของกรดไขมันสั้นๆ เมื่อนำมาผลิตสบู่จะได้สบู่ที่มีความสามารถในการละลายตัวในน้ำสูงที่อุณหภูมิห้อง อย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็ตามความไม่อิ่มตัวของกรดไขมันจะทำให้เกิดการออกซิเดชันในไขมันและน้ำมันเกิดเป็นสายโซ่หลักคาร์บอน นับเป็นปัญหาสำคัญที่ทำให้ไขมันและน้ำมันมีสีแดงเข้มมากขึ้นซึ่งไม่เป็นที่ต้องการ การ Blending ไขมันและน้ำมันก่อนนำมาเข้ากระบวนการผลิตสบู่เป็นกระบวนการสำคัญมากที่จะทำให้สบู่มีคุณสมบัติตามต้องการ

คุณภาพของไขมันและน้ำมัน เช่น ความบริสุทธิ์ มีความสำคัญมากต่อคุณภาพสบู่ในทางการค้า โดยธรรมชาติไขมันและน้ำมันที่ได้จากสัตว์หรือพืชจะมีสิ่งเจือปนอยู่ รวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการไฮโดรไลซิสของไตรกลีเซอไรด์ เช่น กรดไขมัน โมโนกลีเซอไรด์ ไดกลีเซอไรด์ โมเลกุลของโปรตีน วิตามินหลายชนิด สี Phosphatides และ Sterols เป็นต้น สิ่งเจือปนเหล่านี้มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของไขมันและน้ำมัน เช่น กลิ่นและสี ถ้าไม่ทำการกำจัดสิ่งเจือปนต่างๆ นี้ออกไปจากไขมันและน้ำมัน จะทำให้การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดังกล่าวเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นในกระบวนการผลิตสบู่จะต้องมีการกำจัดสิ่งเจือปนเหล่านี้ในไขมันและน้ำมันก่อนดำเนินกระบวนการผลิตให้ได้มากที่สุดเพื่อเป็นการรักษาคุณภาพของสบู่

กระบวนการปรับปรุงคุณภาพและเสถียรภาพของไขมันและน้ำมัน

ไขมันและน้ำมันบางประเภท เช่น น้ำมันมะกอก (Olive oil) และน้ำมันหมู (Lard) สามารถนำมาใช้งานได้โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการปรับสภาพอื่นๆ นอกจากการกรองเพื่อแยกสิ่งเจือปนขนาดเล็กออก แต่ในไขมันและน้ำมันบางประเภทจะมีสิ่งเจือปนอื่นๆ เจือปนอยู่และสิ่งเจือปนนี้จะมีผลต่อกระบวนการผลิต ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่ตรงตามความต้องการ การแยกสิ่งเจือปนที่ละลายอยู่ในน้ำมันอาจใช้กระบวนการ Degumming, Alkali refining, Physical (steam) refining, Bleaching หรือ Deodorization

นอกจากนี้ยังมีกระบวนการที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงโครงสร้างและองค์ประกอบของกรดไขมัน ได้แก่ กระบวนการ Hydrogenation ไขมันที่ผ่านกระบวนการ Hydrogenation นี้จะต้องทำการกำจัดสิ่งเจือปนออกเสียก่อน

Degumming เป็นกระบวนการล้างไขมันและน้ำมันด้วยน้ำ ถ้าใช้วิธีนี้เพื่อกำจัดสิ่งเจือปนเบื้องต้นของน้ำมันพืชจะเป็นการปรับปรุงคุณภาพสีของไขมันและน้ำมันและกำจัด Proteinaceous

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

solid ฟอสฟาไทด์ (Phosphatides) และสิ่งเจือปนอื่นๆ ที่สามารถละลายในน้ำได้ โดยการใช้น้ำร้อนผสมกับกรดฟอสฟอริกหรือโซเดียมฟอสเฟตเพียงเล็กน้อยกวนผสมกับไขมันหรือน้ำมัน จะเกิดการแยกวัฏภาคระหว่างน้ำและไขมันหรือน้ำมัน จากนั้นทำการแยกน้ำออกจากไขมันหรือน้ำมันด้วยเครื่องเหวี่ยงแยก (Centrifuge) สิ่งเจือปนต่างๆ ที่ละลายในน้ำได้จะถูกแยกออกไปกับวัฏภาคน้ำ

Alkali refining บางครั้งเรียกว่า Neutralization จุดประสงค์หลักของกระบวนการนี้ คือ การแยกกรดไขมันอิสระออกจากไขมันและน้ำมัน โดยการเติมสารละลายอัลคาไลน์ เช่น สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และเปลี่ยนรูปของกรดไขมันอิสระให้เป็นสบู่ จากนั้นทิ้งสารละลายไว้เพื่อให้สบู่ตกตะกอนและทำการปั่นแยกสบู่ออกจากสารละลายอัลคาไลน์ ความเข้มข้นของสารละลายอัลคาไลน์ อุณหภูมิ และระยะเวลาที่ใช้ จะขึ้นอยู่กับชนิดของไขมันและน้ำมัน และจะต้องทำการคำนวณดุลมวลสาร เพื่อให้กระบวนการนี้มีประสิทธิภาพสูงสุด และมีปริมาณการสูญเสียน้ำมันและไขมันน้อยที่สุด

Physical (steam) refining เป็นกระบวนการกำจัดกรดไขมันอิสระที่มีประสิทธิภาพสูง แต่ไขมันและน้ำมันที่ถูกนำมาปรับสภาพด้วยวิธีนี้ จะต้องเป็นไขมันและน้ำมันที่มีสีอ่อนและสิ่งเจือปนน้อยมาก โดยธรรมชาติแล้วไขมันและน้ำมันไม่สามารถสลายตัวเป็นไอได้ ซึ่งต่างจากกรดไขมันอิสระที่สามารถสลายตัวกลายเป็นไอได้ง่ายเมื่อทำการพ่นไอน้ำภายใต้สภาวะสุญญากาศ เนื่องจากกรดไขมันอิสระมีจุดเดือดต่ำมากเมื่อเทียบกับไขมันและน้ำมัน นอกจากนี้ยังเป็นการทำให้สิ่งเจือปนที่มีจุดเดือดต่ำ เช่น แคโรทีน ระเหยออกจากไขมันและน้ำมันได้อีก

Bleaching เป็นกระบวนการกำจัดสีในน้ำมัน โดยน้ำมันพืชจะมีสารแคโรทีนที่ทำให้น้ำมันมีสีเหลืองส้ม และคลอโรฟิลล์ที่ทำให้มีสีเขียว กระบวนการ Bleaching จะเป็นการดูดซับทางกายภาพของ Activated clay เช่น Bentonite โดยนำ Activated clay มาผสมกับน้ำมันที่อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส Activated clay จะทำการดูดซับสี จากนั้นทำการกรองเพื่อแยก Activated clay ออกจากน้ำมัน

Deodorization โดยส่วนใหญ่สารประกอบที่เป็นสิ่งเจือปนในไขมันและน้ำมันจะมีคุณสมบัติระเหยได้ง่ายกว่าไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งสิ่งเจือปนนี้มีปริมาณน้อย เมื่อไขมันและน้ำมันถูกทำให้ร้อน สิ่งเจือปนเหล่านี้จะกลั่นตัว และถ้าให้ความร้อนแก่ไขมันและน้ำมันโดยการพ่นไอน้ำโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายใต้สภาวะสุญญากาศ สิ่งเจือปนต่างๆ ที่เป็นสารระเหยง่ายจะกลั่นตัวออกไปพร้อมกับไอน้ำ ทำให้สีของไขมันและน้ำมันมีความเข้มลดลง รวมทั้งกลิ่นเหม็นหืนลดลง หรือทำให้สารประกอบเปอร์ออกไซด์มีปริมาณน้อยลง จะเห็นว่าอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการ Deodorization นี้จะสูงมาก ดังนั้นก่อนที่จะนำน้ำมันเข้าสู่กระบวนการนี้ต้องทำการกำจัดออกซิเจนออกก่อนเพื่อป้องกันการสันดาป

Hydrogenation การเติมไฮโดรเจนอะตอมบริเวณพันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว ซึ่งจะทำให้สายโซ่อะตอมของคาร์บอนมีความอิ่มตัวมากขึ้น เพื่อเพิ่มเสถียรภาพของไขมันและน้ำมัน กระบวนการนี้ไขมันและน้ำมันจะถูกส่งผ่านคอลัมน์ภายใต้การควบคุมความดัน โดยมีนิกเกิลแพลทินัม และก๊าซไฮโดรเจนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

การทราบคุณสมบัติของไขมันและน้ำมันประเภทต่างๆ ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสบู่นั้นมีความสำคัญมาก การวิเคราะห์คุณสมบัติของไขมันและน้ำมันสามารถพิจารณาจากหลายๆ ปัจจัย ได้แก่

ความชื้น ปริมาณความชื้นในไขมันและน้ำมันจะบ่งบอกถึงความเสถียรของไขมันหรือน้ำมันในขณะทำการกักเก็บ ก่อนจะนำมาใช้ในการผลิตที่สภาวะอุณหภูมิสูง เพราะความชื้นนี้สามารถทำให้เกิดการไฮโดรไลซิส ส่งผลทำให้ไขมันและน้ำมันมีสีเข้มขึ้น

กรดไขมันอิสระ แสดงถึงความสามารถในการไฮโดรไลซิสของไขมันและน้ำมัน ปริมาณกรดไขมันอิสระที่เพิ่มขึ้นจะมีผลกระทบต่อคุณภาพสี เนื่องจากทำให้เกิดการออกซิไดส์ของไขมันและน้ำมัน

ค่าไอโอดีน เป็นการวัดสัดส่วนปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในไขมันหรือน้ำมัน โดยพิจารณาจากปริมาณไอโอดีนที่ถูกดูดซับโดยกรดไขมันไม่อิ่มตัว เนื่องจากไขมันแต่ละชนิดจะประกอบด้วยกรดไขมันหลายประเภท จึงทำให้ค่าไอโอดีนที่หาได้เป็นค่าที่บ่งบอกความไม่อิ่มตัวของไขมันโดยรวมเท่านั้น

ค่าเปอร์ออกไซด์ เป็นค่าบ่งชี้ความยากง่ายในการสลายตัวของไขมัน พันธะคู่ของโซ่คาร์บอนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน แล้วมีการเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในรูปของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารประกอบเปอร์ออกไซด์ ไขมันที่ถูกออกซิไดส์ง่ายจะไม่มีเสถียรภาพ ทำให้คุณภาพของไขมันเปลี่ยนไป

ค่าสปอนิฟิเคชัน เป็นการวัดมวลโมเลกุลโดยเฉลี่ยของกรดไขมันในไขมันและน้ำมัน กระบวนการหาค่าสปอนิฟิเคชันทำได้โดยการไฮโดรไลซิสไตรกลีเซอไรด์กับสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในแอลกอฮอลล์ จะได้กลีเซอรีนและเกลือโพแทสเซียมของกรดไขมันเป็นผลิตภัณฑ์ ปริมาณอัลคาไลน์ที่ถูกใช้ทำปฏิกิริยากับกรดไขมันจะถูกนำไปคำนวณเพื่อหามวลโมเลกุลของกรดไขมันต่อไป

Unsaponifiable matter เป็นการหาองค์ประกอบที่ไม่ละลายน้ำ หลังจากเติมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่มีอุณหภูมิสูง เมื่อไขมันผ่านกระบวนการนี้ไตรกลีเซอไรด์ทั้งหมด จะแตกตัวกลายเป็นกลีเซอรีนและเกลือโพแทสเซียมของกรดไขมัน ผลิตภัณฑ์ทั้งสองที่ได้จะละลายในน้ำ ทำให้สามารถแยกสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ไม่ละลายน้ำ สเตอรอล และ Fatty alcohol ออกได้ ถ้าไม่กำจัดองค์ประกอบเหล่านี้ออกจากไขมันจะทำให้โซ่พันธะของไขมันถูกทำลายและทำให้ไขมันเสื่อมสภาพในที่สุด

ประเภทของไขมันและน้ำมันที่นิยมนำมาเป็นวัตถุดิบ ในอุตสาหกรรมการผลิตสบู่ ได้แก่

Tallow เป็นไขมันที่ได้จากไขมันวัว กระบือ และแกะ ซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวปริมาณมากถึง 90 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ได้แก่ กรดปาล์มมิติก (Palmatic acid) ซึ่งจะมีองค์ประกอบประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก กรดสเตียริก (Stearic acid) ประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และส่วนที่เหลือ คือ กรดโอเลอิก (Oleic acid) โดยส่วนใหญ่การใช้น้ำมันประเภทนี้มาทำการผลิตสบู่นั้น จะต้องมีการผสมน้ำมันประเภทอื่นๆ ด้วย เช่น น้ำมันมะพร้าว เพื่อให้ได้สบู่ที่มีคุณสมบัติตามต้องการ

น้ำมันปาล์ม (Palm oil) ได้จากการสกัดน้ำมันจากเนื้อของผลปาล์มสด ความยาวสายโซ่ของกรดไขมันที่ได้จากน้ำมันปาล์มจะยาวกว่าสายโซ่ของกรดไขมันที่ได้จาก Palm kernel oil คุณ-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
42398

สมบัติของน้ำมันปาล์มกับ Tallow จะมีความคล้ายคลึงกัน น้ำมันปาล์มมีสีแดงส้ม เนื่องจากความเข้มข้นของแคโรทีนในน้ำมันปาล์มมีค่าสูงถึง 0.2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

Adsorption bleaching เป็นกระบวนการลดความเข้มสีของน้ำมันปาล์มให้มีสีเหลืองอ่อน น้ำมันปาล์มมีความเข้มข้นของกรดปาล์มมิติกสูง ทำให้มีสภาพความอิ่มตัวสูง องค์ประกอบของน้ำมันปาล์ม แสดงได้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบต่างๆ ของน้ำมันปาล์ม [7]

Fatty acid composittion	% weight
Myristic	1
Palmitic	48
Stearic	4
Oleic	38
Linoleic	9
Constants	
Refractive index at 40 °C	1.453-1.456
Iodine value	44-48
Saponification value	195-205
Unsaponifiable matter	not more than 0.8
Titre °C	40-47

น้ำมันมะพร้าว (Coconut oil) น้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันพืชที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมผลิตสบู่ น้ำมันมะพร้าวได้มาจากเนื้อมะพร้าวแห้ง มีคุณสมบัติไม่มีสี มีปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำ มีความอิ่มตัวสูง ช่วงอุณหภูมิจุดหลอมเหลวของกลีเซอไรด์แคบ ลักษณะเด่นของน้ำมันมะพร้าวอีกประการ คือ มีค่าสปอนิฟิเคชันสูง องค์ประกอบต่างๆ ของน้ำมันมะพร้าวแสดงดังในตารางที่ 3

Palm kernel oil เมื่อนำผลปาล์มมาสกัดน้ำมันจะให้น้ำมันสองชนิดที่แตกต่างกัน เนื้อของผลปาล์มจะให้น้ำมันปาล์ม ความเข้มของสีมีค่าสูง ประกอบด้วยกรดไขมันที่ประกอบด้วยคาร์บอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16-18 อะตอม และอุณหภูมิจุดหลอมเหลวมีค่าสูง ส่วนเมล็ดในผลปาล์ม เมื่อนำมาสกัดจะได้ Palm kernel oil น้ำมันที่สกัดได้จะมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับคุณสมบัติของน้ำมันมะพร้าว แต่จะมีสีเข้มกว่าสีของน้ำมันปาล์ม จึงสามารถใช้ทดแทนกันได้ องค์ประกอบต่างๆ ของ Palm kernel oil แสดงในตารางที่ 3 นอกจากนี้ Palm kernel oil จะประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นส่วนใหญ่จึงทำให้มีกลิ่นเหม็นหืนได้ง่าย

ตารางที่ 3 องค์ประกอบต่างๆ ของน้ำมันมะพร้าวและ Palm kernel oil [7]

Fatty acid composition		Coconut oil % weight	Palm kernel oil % weight
Caprylic	C8:0	6	3
Capric	C10:0	6	4
Lauric	C12:0	44	51
Myristic	C14:0	18	17
Palmitic	C16:0	11	8
Stearic	C18:0	6	2
Oleic	C18:1	7	13
Linoleic	C18:2	2	2
Constants			
Refractive index at 40 °C		1.448-1.450	1.449-1.452
Iodine value		7.5-10.5	14-22
Saponification value		250-264	245-255
Unsaponifiable matter		0.5	1.0
Reichert value		6-8	4-7
Polenski value		15-18	9-11
Kirschner value		1.6-1.9	0.8-1.2
Melting point		23-26	24-26
Titre °C		20-24	20-28

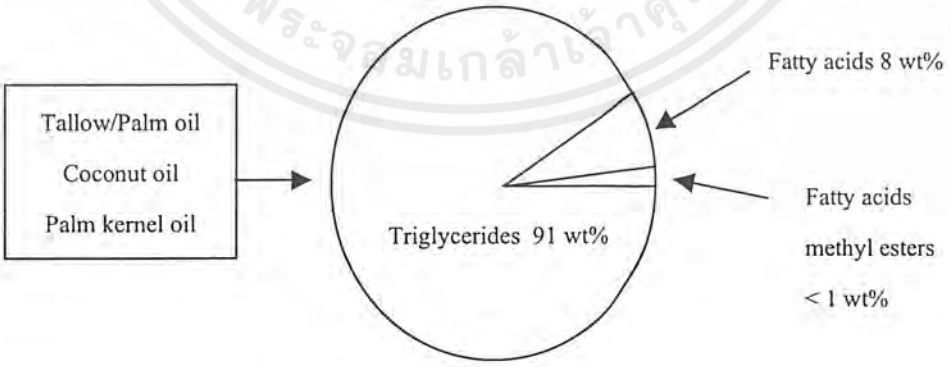
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3 น้ำมันมะพร้าวและ Palm kernel oil มีองค์ประกอบคล้ายคลึงกัน ทำให้ไม่สามารถแยกประเภทได้เมื่อนำน้ำมันทั้งสองมาผสมกัน

ชนิดของกรดไขมันที่จะนำมาผลิตสบู่นั้นสามารถพิจารณาได้จากลักษณะและคุณสมบัติของสบู่ที่ต้องการ กรดไขมันที่ประกอบด้วยคาร์บอน 12 และ 14 อะตอม จะสามารถทำปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชันอย่างรวดเร็ว แต่จะมีการแยกชั้นระหว่างชั้นน้ำกับน้ำมันได้สบู่ที่มีเนื้อหยาบ ส่วนกรดไขมันที่มีคาร์บอน 16 และ 18 อะตอม เมื่อนำมาเข้ากระบวนการผลิตจะเกิดปฏิกิริยาช้า แต่ให้เนื้อสบู่ที่ละเอียดและจะไม่มีการแยกชั้นภายหลัง

นอกจากส่วนประกอบแต่ละชนิดของกรดไขมันในน้ำมันแล้ว ความบริสุทธิ์ของวัตถุดิบก็มีผลต่อคุณภาพของสบู่ โดยพิจารณาจากลักษณะทางกายภาพและเคมี สี และสิ่งเจือปน เป็นต้น

ไตรกลีเซอไรด์เป็นวัตถุดิบที่เป็นองค์ประกอบหลักในกระบวนการผลิตสบู่ ดังแสดงในรูปที่ 1 ทั้งนี้เพราะง่ายต่อการขนส่งและไม่เสื่อมคุณภาพขณะทำการขนส่ง ส่วนกรดไขมันอิสระนั้นจะต้องคำนึงถึงความใหม่ของกรดไขมันอิสระ เนื่องจากกรดไขมันอิสระจะเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศทำให้สีของน้ำมันเข้มขึ้น รวมถึงราคาต้นทุนของวัตถุดิบยังแปรผันตามคุณภาพของกรดไขมันอิสระ



รูปที่ 1 วัตถุดิบที่เป็นองค์ประกอบในอุตสาหกรรมการผลิตสบู่ [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วน Fatting acid methyl esters นั้นถึงแม้จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับไตรกลีเซอไรด์ แต่คุณภาพของวัตถุดิบชนิดนี้จะลดลงมากในขณะทำการขนส่งและระหว่างการกักเก็บ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชันกับไขมันหรือกรดไขมันจะต้องมีปริมาณมากกว่าสัดส่วนทางทฤษฎีเพื่อให้ Neat soap ที่ผลิตได้มีปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์เหลืออยู่ประมาณ 0.05 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

สารละลายโซเดียมคลอไรด์จะถูกผสมอยู่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เล็กน้อยเพื่อป้องกันความเป็นไขในเนื้อสบู่ ซึ่งเกิดจากโลหะอัลคาไลน์เอิร์ท

3.3 กระบวนการผลิตสบู่ในอุตสาหกรรม [6]

กระบวนการผลิตสบู่ที่นิยมในอุตสาหกรรมทั่วไป มี 2 กระบวนการ คือ

3.3.1 Continuous saponification system

การดำเนินกระบวนการผลิตสบู่อย่างต่อเนื่องเป็นวิธีการผลิตสบู่ที่มีประสิทธิภาพและเป็นที่นิยมในอุตสาหกรรมผลิตสบู่โดยทั่วไป

Blended fat and oil จะถูกป้อนเข้าสู่เครื่องปฏิกรณ์อย่างต่อเนื่อง โดยจะมีการตรวจวัดความดันและอุณหภูมิตามสภาวะที่กำหนด ขณะเดียวกันสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ น้ำ และน้ำเกลือ จะถูกป้อนเข้าสู่เครื่องปฏิกรณ์เดียวกันนี้ในสัดส่วนที่พอเหมาะ ภายใต้สภาวะที่มีอุณหภูมิประมาณ 120 องศาเซลเซียส ความดัน 200 กิโลปาสคาล ปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชันจะดำเนินไปอย่างรวดเร็วประมาณ 30 วินาที ผลิตภัณฑ์ที่ได้ส่วนหนึ่งจะถูกป้อนกลับมาที่เครื่องปฏิกรณ์เพื่อเพิ่มปริมาณการกวนให้วัฏภาคน้ำมันและวัฏภาคน้ำผสมเข้ากันได้ดี จากนั้นจะส่งผลิตภัณฑ์เข้าสู่ถังกวนจนกระทั่งเกิดปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชันสมบูรณ์ ทำการลดอุณหภูมิลงต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส จากนั้นส่งผ่านเข้าสู่เครื่องแยกโดยอาศัยแรงโน้มถ่วง จากนั้นสบู่จะถูกล้างโดยสารละลายโซเดียมคลอไรด์และสารละลายลีย์ (สารละลายที่มีโซเดียมไฮดรอกไซด์และกลีเซอรีนเป็นองค์ประกอบ) ซึ่งไหลจากด้านบนสวนทางกับสบู่ซึ่งไหลเข้าทางด้านล่าง ภายในคอลัมน์ประกอบด้วยชั้นของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

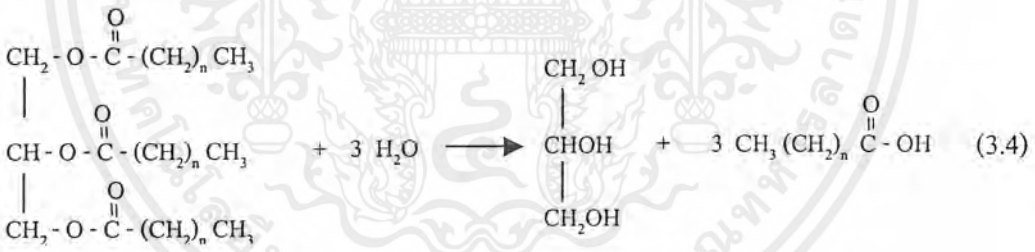
ใบกวนและบัฟเฟิล เนื่องจากความแตกต่างของความหนาแน่นจึงทำให้สบู่อยู่ด้านบนของคอลัมน์ ส่วนสารละลายโซเดียมคลอไรด์และสารละลายลีย์จะอยู่ด้านล่างของคอลัมน์

ความเป็นอิเล็กโตรไลต์ของสารละลายผสมระหว่างสารละลายโซเดียมคลอไรด์และสารละลายลีย์มีความสำคัญมากในการแยกกลีเซอรีนออกจากสบู่ สบู่ที่ได้จากคอลัมน์จะเข้าสู่เครื่องเหวี่ยงแยกซึ่งเป็นกระบวนการแยกขั้นสุดท้าย จากนั้นจะทำการเติมกรดเพื่อทำให้สบู่มีสภาพเป็นกลาง

3.3.2 Fatty acid neutralization

เป็นอีกวิธีหนึ่งในการผลิตสบู่ที่นอกเหนือจากกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่องโดยจะต้องผลิตกรดไขมันจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของไขมันและน้ำมันกับน้ำ นำกรดไขมันที่ได้ทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ สบู่ ดังสมการ

Hydrolysis step



(3.4)

ไขมัน น้ำ กลีเซอรีน กรดไขมัน

Neutralization

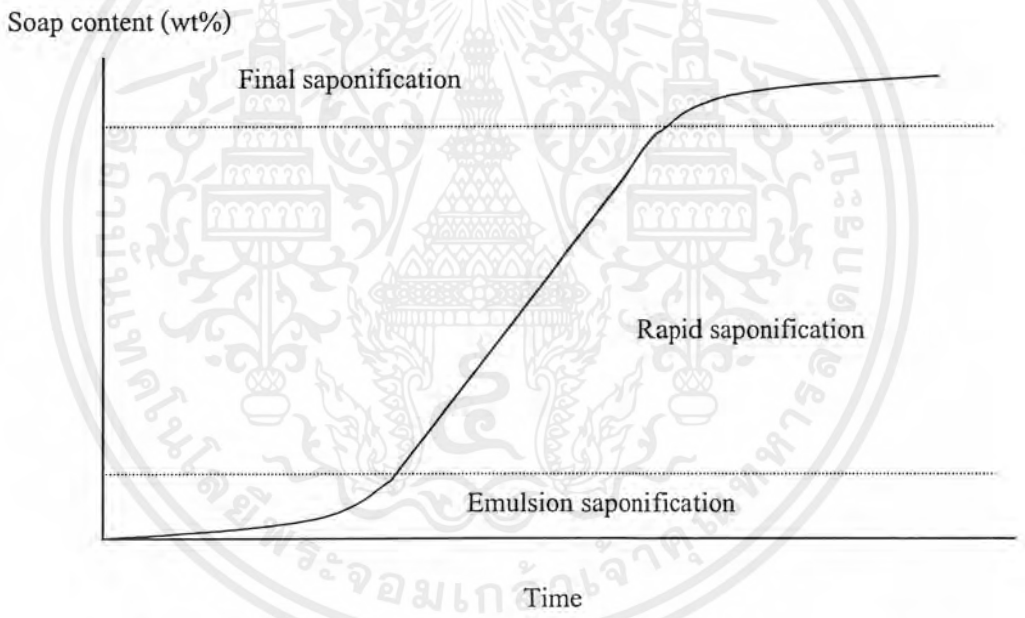
(3.5)

กรดไขมัน โซเดียมไฮดรอกไซด์ สบู่ น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยปกติแล้วไขมันและน้ำมันรวมถึงสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่นำมาทำปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชันจะไม่ละลายเป็นวัฏภาคเดียวกัน ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาช้า การกวนเป็นวิธีที่สามารถเพิ่มอัตราการเกิดปฏิกิริยาให้สูงขึ้น ในทางปฏิบัติกรดไขมันในน้ำมันจะทำปฏิกิริยาเกิดเป็นสบู่อย่างรวดเร็ว สบู่ที่เกิดขึ้นนี้มีปริมาณน้อยมากและจะทำหน้าที่เป็นอิมัลชันเกิดสารผสมเนื้อเดียวกันทำให้ไขมันสามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ได้เร็วขึ้นทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และประเภทของไขมันที่ใช้ว่าเป็นชนิด Soft fat หรือ Hard fat

ลักษณะของการเกิดปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชันที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ลักษณะของการเกิดปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชันที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา [6]

จากรูปที่ 2 สามารถแบ่งขั้นตอนการทำปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชันของน้ำมันได้ดังนี้

1. Emulsion saponification อัตราการเกิดปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชันจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ จนกระทั่งเกิดอิมัลชันของไขมันกระจายตัวในสารผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Rapid saponification อัตราการเกิดปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเกิดสบู่เป็นจำนวนมากและต่อเนื่อง

3. Final saponification ลักษณะของสบู่ที่ผลิตได้จะเป็นสารเนื้อเดียวกับสารตั้งต้น

อัตราการเกิดปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชันในขั้นตอนสุดท้ายจะเกิดช้ามากและเนื้อของสารจะเดือดเนื่องจากการเดือดของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ไม่ได้ทำปฏิกิริยา จากนั้นจะเติมสารละลายอิเล็กโตรไลต์เพื่อลดความหนืดของเนื้อสบู่และถ้าความเข้มข้นของสารละลายอิเล็กโตรไลต์มีค่ามากจะสามารถแยกเนื้อสบู่ออกจากสารละลายอิเล็กโตรไลต์ได้ โดยสบู่จะลอยอยู่ด้านบนและสารละลายลีย์จะอยู่ด้านล่าง

กระบวนการผลิตสบู่ขั้นสุดท้าย คือ การปรับสภาพเนื้อสบู่ โดยการเติมน้ำและสารละลายอิเล็กโตรไลต์เพื่อทำให้เกิดการแยกวัฏภาคของสบู่ออกจากสารละลายได้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ประวัติโรงงานและกระบวนการผลิตสบู่

4.1 ประวัติโรงงาน [3]

กลุ่มบริษัทในเครือยูนิลีเวอร์ไทย อันได้แก่ บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด และบริษัท รอยโก้ฟูดส์ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นบริษัทในเครือยูนิลีเวอร์ ซึ่งเป็นบริษัทร่วมทุนระหว่างอังกฤษ-เนเธอร์แลนด์ มีสำนักงานใหญ่อยู่ ณ กรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ และกรุงลอตเตอร์-แดมม์ ประเทศเนเธอร์แลนด์ โดยมีกิจการอยู่ใน 75 ประเทศ และมีบริษัทในเครือมากกว่า 500 บริษัท

บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด เดิมชื่อ บริษัท ลีเวอร์บราเธอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ก่อตั้งขึ้นในประเทศไทยเป็นครั้งแรก เมื่อปี พ.ศ. 2475 โดยมีโรงงานแห่งแรกตั้งอยู่ที่ถนนเจริญกรุง กรุงเทพฯ ต่อมาจึงทำการย้ายโรงงานมาตั้งอยู่ที่นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบังในปี พ.ศ. 2525 ปัจจุบันทางบริษัทมีพนักงานกว่า 3,000 คน

บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด เป็นบริษัทผู้ผลิตสินค้าอุปโภคบริโภครายใหญ่ที่สุดในประเทศไทย ซึ่งสินค้าที่บริษัทผลิตสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. <u>กลุ่มผลิตภัณฑ์ซักล้าง</u> ได้แก่ ผงซักฟอกบรีส โอโม น้ำยาปรับผ้านุ่มคอมฟอร์ท น้ำยาล้างจานซันไลต์ ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดพื้นวิม สบู่หอมลักส์ ไลฟ์บอยย์และฮาร์โมนี เป็นต้น

2. <u>กลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ส่วนบุคคล</u> ได้แก่ แชมพูและครีมนวดผมซันซิล ออร์แกนิกส์ ลักส์ซุปเปอร์ริช และคลีนิค ยาสีฟันใกล้ชิด ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวพอนด์ส ครีมถนอมผิวซิตร้า วาสลีน และเฮสลีน น้ำหอมระงับกลิ่นกายเรโซนาและแอ็กซ์ เป็นต้น

3. <u>กลุ่มผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่ม</u> ได้แก่ ไอศครีมวอลล์ และชาลิปตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านการผลิต บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย โฮลดิ้งส์ จำกัด มุ่งมั่นพัฒนากระบวนการผลิตอยู่เสมอ และยังตระหนักถึงปัญหาด้านการจัดการและความสูญเสียที่เกิดขึ้น จึงได้นำระบบ Total Productive Maintenance (TPM) มาใช้เป็นเวลา 4 ปีแล้ว จนได้รับรางวัล TPM Excellence Awards จากประเทศญี่ปุ่น และยังเป็นโรงงานผลิตสบู่รายแรกที่ได้รับมาตรฐานรับรอง ISO 9002 ซึ่งถือเป็นความสำเร็จขั้นหนึ่ง ปัจจุบันทางบริษัทฯ กำลังดำเนินการเพื่อให้ได้รับมาตรฐานรับรอง ISO 14001

4.2 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานผลิตสบู่ [3]

โรงงานผลิตสบู่ตั้งอยู่ที่โรงงานมีนบุรี เลขที่ 63 หมู่ 4 นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง แขวงลำปลาทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 ทำการผลิตสัปดาห์ละ 5 วัน ตลอด 24 ชั่วโมง โดยแบ่งการผลิตออกเป็น 3 กะต่อวัน คือ กะเช้า 7.00–15.00 น. กะบ่าย 15.00-23.00 น. และกะดึก 23.00-7.00 น.

4.3 กระบวนการผลิตสบู่ [9]

กระบวนการผลิตสบู่ของบริษัทฯ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

4.3.1 การผลิตสบู่ (Soap processing plant)

ในส่วนของกระบวนการผลิตสบู่เป็นกรรมวิธีการผลิตแบบต่อเนื่อง แบ่งเป็น 5 กระบวนการหลัก ซึ่งมีหน้าที่ต่างๆ ดังนี้

1. Oil refinering plant เป็นกระบวนการที่ทำหน้าที่กำจัดสิ่งเจือปนที่มีอยู่ในน้ำมันและฟอกสีน้ำมันดิบเพื่อทำให้น้ำมันดิบที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตสบู่มีสีอ่อนลงและไม่มีกลิ่นหืน ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของสบู่ ผลิตภัณฑ์ที่ได้เรียกว่า BBO (Blend Bleached Oil)

2. Soap making plant เป็นกระบวนการหลักที่ทำหน้าที่ในการผลิตสบู่ โดยจะเป็นส่วนที่ทำปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชัน รวมถึงการควบคุมคุณภาพของสบู่ที่เกิดขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้เรียกว่า Neat soap

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Soap drying plant เป็นกระบวนการทำสบู่ให้เป็นเม็ด โดยสบู่จะถูกบีบอัดเป็นเส้น (Soap noodle) ก่อน หลังจากนั้นจะถูกตัดเป็นเม็ดสบู่เล็กๆ เรียกว่า Soap chip

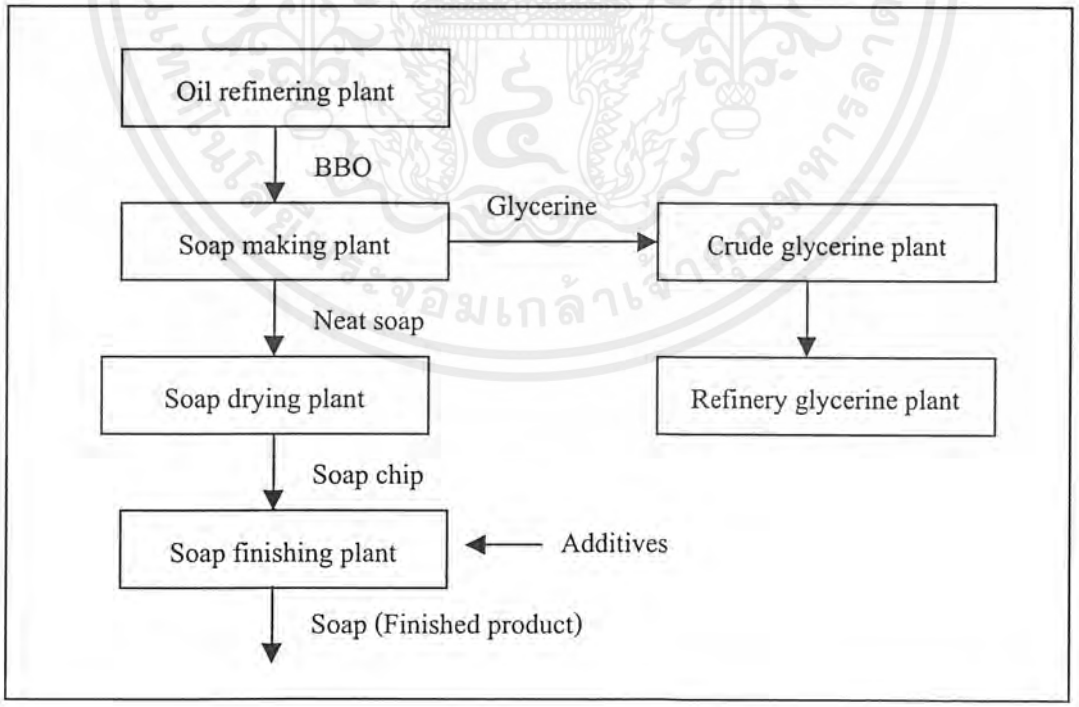
4. Crude glycerine plant เป็นกระบวนการที่ทำให้กลีเซอรีนที่แยกออกจากสบู่มีความบริสุทธิ์ ก่อนที่จะถูกส่งไปยัง Refinery glycerine plant เพื่อทำให้บริสุทธิ์ยิ่งขึ้น

5. Refinery glycerine plant เป็นกระบวนการที่ทำให้กลีเซอรีนมีความบริสุทธิ์เป็น 100 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำไปจำหน่าย

4.3.2 การบรรจุหีบห่อ (Soap finishing plant)

ก่อนที่จะมีการบรรจุหีบห่อ Soap chip ที่ได้จากส่วนของ Soap drying plant จะถูกนำมาเติมสารเติมแต่ง (Additives) ต่างๆ เพื่อให้สบู่มีสีและกลิ่นตามต้องการ

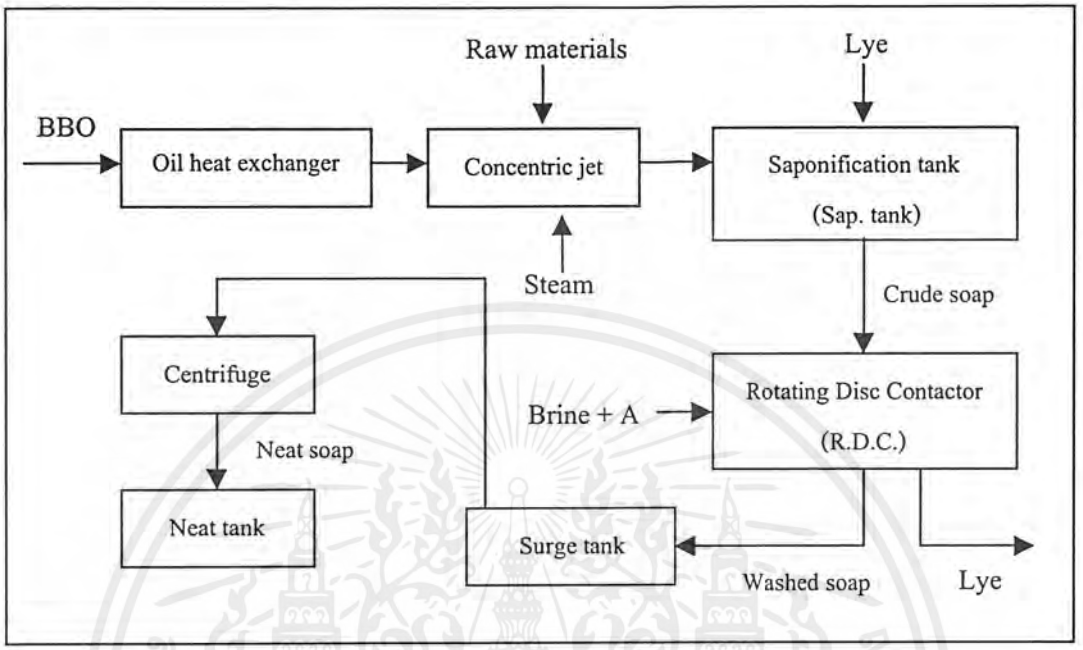
กระบวนการผลิตที่ได้อธิบายไว้ข้างต้น แสดงด้วยแผนภาพกระบวนการผลิตอย่างง่ายได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 กระบวนการผลิตสบู่อย่างง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโครงการนี้จะศึกษาเฉพาะในส่วนของ Soap making plant รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 กระบวนการผลิตในส่วนของ Soap making plant

จากรูปที่ 4 แสดงกรรมวิธีการผลิตสบู่แบบต่อเนื่อง ซึ่งสามารถแบ่งได้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. กระบวนการต้มสบู่อย่างต่อเนื่อง (Continuous saponification)

น้ำมันปาล์มที่ผ่านการฟอกสีแล้วจะถูกส่งผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อปรับค่าความหนืดและเพิ่มอุณหภูมิให้ได้ตามที่ต้องการ จากนั้นจะถูกส่งไปยัง Concentric jet เพื่อผสมกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และสารละลายลีย์ในอัตราส่วนที่เหมาะสม ไอน้ำจะถูกป้อนเข้าสู่ Concentric jet พร้อมกับสารตั้งต้นเพื่อทำให้ให้เกิดเป็นอิมัลชันของสบู่ จากนั้นสบู่ที่ได้จะถูกส่งเข้าสู่ถังต้มสบู่ (Saponification tank) ภายในถังต้มสบู่สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนแรก เรียกว่า โซนปฏิกิริยา (Reaction zone) เกิดปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชัน

ส่วนที่สอง เรียกว่า โซนผสม (Mixing zone) เป็นบริเวณที่เกิดปฏิกิริยาอย่างต่อเนื่อง ผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ สบู่ผสมกับสารละลายลีย์รวมทั้งกลีเซอรีน เรียกว่า Crude soap จากนั้น Crude soap จะเคลื่อนที่เข้าสู่ส่วนที่สาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่สาม เรียกว่า โซนปั๊ม (Pumping zone) ในส่วนนี้สารละลายลีย์จากหอล้างสบู่ (Rotating Disc Contactor, R.D.C.) จะถูกส่งมาผสมเพื่อปรับความหนืดของ Crude soap ให้เหมาะสมต่อการเคลื่อนที่ในท่อและเป็นการแยกกลีเซอรีนเบื้องต้น เรียกว่า Prewashing

สารละลายลีย์ที่ส่งมาผสมในโซนปั๊มนี้จะเรียกว่า Pregraining lye นอกจากจะทำหน้าที่ปรับความหนืดของ Crude soap แล้วยังทำหน้าที่ละลายกลีเซอรีนออกจาก Crude soap จนอิ่มตัว

สำหรับ Crude soap ที่ไหลเข้าสู่หอล้างสบู่ ในกระบวนการผลิตจะต้องทำการควบคุมระดับของ Crude soap ในโซนปั๊มให้คงที่ตลอดเวลา เพื่อให้อัตราการไหลของ Crude soap เข้าหอล้างสบู่คงที่

จากการศึกษาสภาวะของการเกิดปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชันพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยา มีดังนี้

1) เปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (% Free Fatty Acid) กรดไขมันอิสระเป็นสารตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยาทำให้ง่ายต่อการเริ่มต้นปฏิกิริยา เนื่องจากโมเลกุลของกรดไขมันอิสระ พร้อมที่จะทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ได้ทันที และปริมาณกรดไขมันอิสระใน BBO จะต้องอยู่ในช่วงที่เหมาะสมเพราะถ้ามีกรดไขมันอิสระปริมาณมากเกินไป จะทำให้ BBO เกิดสีเข้ม ซึ่งมีผลต่อคุณภาพสีของสบู่ที่ผลิตได้ แต่ถ้ากรดไขมันอิสระมีปริมาณน้อยเกินไป ปฏิกิริยาก็จะเกิดขึ้นได้ยากเนื่องจากไม่มีสารตั้งต้นในการเริ่มทำปฏิกิริยา

2) อุณหภูมิ อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญมากในกระบวนการผลิตสบู่ ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ

- ช่วงของการเกิดอิมัลชันระหว่าง BBO สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และสารละลายลีย์ เพื่อให้ง่ายต่อการเกิดสบู่

- ช่วงของการเกิดปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชัน

3) ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

4) *อัตราส่วนของการไหลเชิงโมลระหว่าง BBO กับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์* จากสมการเคมีอัตราส่วนโดยโมลระหว่าง BBO กับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีค่าเท่ากับ 1 ต่อ 3 ทั้งนี้เพื่อให้สารตั้งต้นทั้งสองชนิดทำปฏิกิริยาพอดีกัน แต่ในทางปฏิบัติจริงจำนวนโมลของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โซเดียมไฮดรอกไซด์ต้องมากกว่าค่าทางทฤษฎีประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์โดยโมล เพื่อให้แน่ใจว่า BBO ที่ป้อนเข้าไปทำปฏิกิริยาจนหมด

5) ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา ช่วงเวลาที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยาในถังต้มสบู่ต้องมีความเหมาะสมเพื่อให้ BBO สามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จนหมดกลายเป็นสบู่กับกลีเซอรีนก่อนที่สารจะออกจากถังต้มสบู่

2. กระบวนการล้างสบู่ (Soap washing)

กระบวนการล้างสบู่ที่มีประสิทธิภาพ คือ ระบบการล้างสบู่แบบสวนทางอย่างต่อเนื่อง โดย Crude soap จะไหลเข้าหอล้างสบู่ทางด้านล่าง สำหรับน้ำเกลือและสารละลายนิเกอร์ลีย์ (ของผสมระหว่างสารละลายโซเดียมคลอไรด์กับกลีเซอรีน) เรียกว่า Washing liquor จะถูกส่งเข้าทางด้านบน สบู่ซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่าสารละลายที่ใช้ล้างจะไหลขึ้นทางด้านบน สารละลายที่ใช้ล้างสบู่ซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าจะไหลสวนทางลงมา โดยมีใบกวนหมุนตลอดเวลาและบังคับให้การไหลสวนทางเป็นไปอย่างช้าๆ ทำให้เกิดการผสมกันดี กลีเซอรีนที่ปนอยู่ใน Crude soap จะละลายไปกับ Washing liquor Crude soap ที่ผ่านกระบวนการแยกกลีเซอรีน เรียกว่า Washed soap จะเคลื่อนตัวไปทางด้านบนของหอล้างสบู่และไหลออกจากหอล้างสบู่เข้าสู่กระบวนการปรับสภาพ Washed soap ต่อไป ในส่วนของสารละลายลีย์จะถูกแบ่งเป็น 2 กระแส

กระแสแรกจะถูกส่งไปยังส่วนต่างๆ ดังนี้

- Concentric jet เพื่อรวมกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และ BBO เกิดการผสมกันทำปฏิกิริยาในถังต้มสบู่
- โซนปั๊มของถังต้มสบู่เพื่อแยกกลีเซอรีนออกจากสบู่ในเบื้องต้น
- ส่วนของการไล่สบู่ที่ค้างท่อส่งสบู่เพื่อเตรียมการหยุดกระบวนการผลิต หรือเพื่อตรวจสอบว่าท่อไม่เกิดการอุดตันก่อนเริ่มดำเนินกระบวนการผลิต

กระแสที่สองจะถูกส่งไปเก็บยังถังเก็บสารละลายลีย์ ทั้งนี้จะต้องพิจารณาระดับของสารละลายลีย์ในหอล้างสบู่ให้คงที่ตลอดเวลาทำการผลิต ถ้าระดับของสารละลายลีย์สูงเกินไปจะทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้กลีเซอรีนแยกออกจาก Crude soap ไม่ดี แต่ถ้าระดับต่ำเกินไปจะทำให้ Crude soap อุดตันท่อทางออกของสารละลายลีย์

ปัจจัยที่มีผลต่อการล้างสบู่ มีดังนี้

1) อุณหภูมิในหอล้างสบู่

2) ความเข้มข้นของน้ำเกลือ ความเข้มข้นของน้ำเกลือเป็นปัจจัยสำคัญต่อความหนืดของ Washed soap เนื่องจากน้ำเกลือที่มีความเป็นอิเล็กโตรไลต์ที่เหมาะสมจะเพิ่มประสิทธิภาพในการแยกชั้นระหว่าง Washed soap กับสารละลายลีย์และลดความเป็นอิเล็กโตรไลต์ในสบู่ สบู่ที่มีความเป็นอิเล็กโตรไลต์ต่ำจะมีความหนืดมาก แต่ความหนืดของสบู่จะลดลงเมื่อน้ำเกลือมีความเป็นอิเล็กโตรไลต์ไม่คงที่

3. กระบวนการปรับสภาพเนื้อสบู่และแยกสิ่งเจือปนออกจากสบู่ (Soap fitting and separation)

Washed soap ที่ผ่านกระบวนการล้างสบู่แล้วจะมีสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และกลีเซอรีนผสมอยู่น้อย สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จะมีผลทำให้เนื้อสบู่ไม่จับตัวเป็นก้อน และส่งผลให้เมื่อนำไปผลิตสบู่ก้อนจะเกิดการแตกหักง่าย ดังนั้นจึงควรมีการเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไปเพื่อเป็นการปรับสภาพเนื้อสบู่ Washed soap จากหอล้างสบู่จะไหลลงมาที่ถังพักสบู่ (Surge tank) แล้วจะถูกส่งเข้าเครื่องแยกเหวี่ยงเพื่อปั่นแยกเอาสิ่งเจือปนออก สบู่ที่ได้เรียกว่า Neat soap

สารละลายที่ได้จากการปั่นแยกเรียกว่า นิเกอร์ลีย์ จะถูกส่งไปผสมกับน้ำเกลือที่ส่งเข้าหอล้างสบู่ต่อไป จุดประสงค์ของกระบวนการนี้ คือ

1) ลดปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในเนื้อสบู่

2) แยกสิ่งเจือปนที่ตกค้างออกจากเนื้อสบู่

3) เพิ่มความหนืดให้กับสบู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

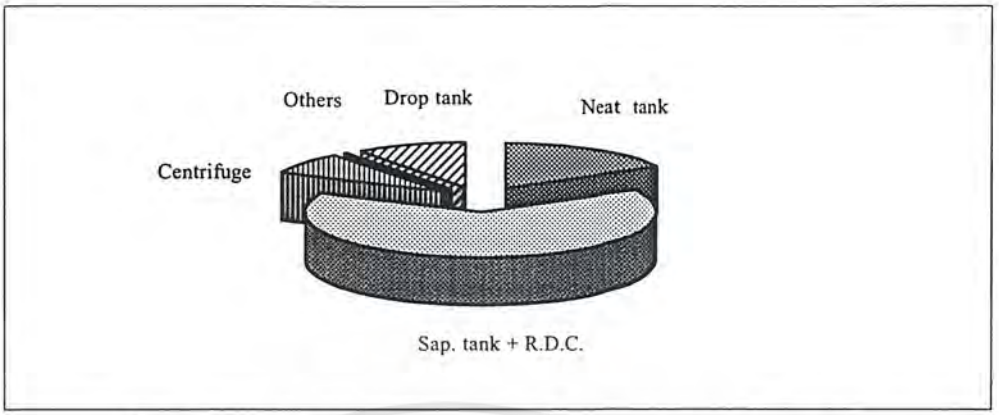
บทที่ 5

การศึกษาเพื่อหาวิธีการลดปริมาณ Reprocess soap และผลที่ได้

5.1 ปัญหาที่พบในปัจจุบัน

จากการสำรวจพบว่า Reprocess soap เกิดขึ้นในช่วงแรกของกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมากเนื่องจากทำการผลิตโดยที่สภาวะการผลิตหลายประการยังไม่คงที่ และพนักงานจะปล่อยให้กระบวนการผลิตดำเนินไปเรื่อยๆ จนเข้าสู่สภาวะปกติซึ่งต้องใช้ระยะเวลานาน เช่น เมื่ออุณหภูมิของน้ำเกลือยังไม่สูงพอ ทำให้แยกกลีเซอรีนออกจาก Crude soap ได้ไม่ดี หรือการเริ่มทำการต้มสบู่โดยที่ภายในถังต้มสบู่ยังมีสบู่ที่แข็งหลอมไม่หมด ทำให้ Crude soap ไม่สามารถไหลผ่านไปยังโซนผสมได้ จึงเกิดการล้นในโซนปฏิกิริยา Crude soap ที่เกิดขึ้นจึงมีลักษณะเหลว เนื่องจากเวลาในการทำปฏิกิริยาในถังต้มสบู่น้อยเกินไป เป็นต้น อีกสาเหตุหนึ่งคือ ปัจจัยในการผลิตมีค่าไม่คงที่ เช่น อุณหภูมิ ความหนาแน่นของน้ำเกลือ เป็นต้น ซึ่งมีผลต่อ Crude soap และคุณภาพของ Washed soap ทำให้ Washed soap มีความหนืดมากไปหรือน้อยไปไม่เหมาะสมต่อการปรับสภาพเนื้อสบู่ที่เครื่องเหวี่ยงแยกเพื่อผลิต Neat soap (ถ้า Washed soap มีความหนืดมากเกินไปจะทำให้เครื่องเหวี่ยงแยกหยุดชะงักเนื่องจากเครื่องมีขีดจำกัดของการทำงาน แต่ถ้าน้อยเกินไปก็ไม่สามารถแยกสารละลายและสิ่งเจือปนออกจาก Washed soap ได้) ทำให้ Neat soap มีคุณภาพไม่ดีและต้องนำไปเข้ากระบวนการ Reprocess soap จะเห็นได้ว่าปริมาณ Reprocess soap นั้นสามารถเกิดได้แทบทุกหน่วยปฏิบัติการ (Production units) และยังสามารถเกิดจากอุปกรณ์ที่ลำเลียงสบู่จากหน่วยปฏิบัติการหนึ่งไปยังอีกหน่วยปฏิบัติการหนึ่งได้ เช่น ปั๊ม (Pump) วาล์ว (Valve) เป็นต้น จากการประเมินเบื้องต้นโดยหลักการของเทคโนโลยีสะอาดสามารถแสดงปริมาณ Reprocess soap ที่เกิดจากหน่วยปฏิบัติการต่างๆ ได้ดังรูปที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 สัดส่วนปริมาณ Reprocess soap ที่เกิดจากหน่วยปฏิบัติการต่างๆ

จากรูปที่ 5 จะเห็นได้ว่าปริมาณ Reprocess soap ที่เกิดจากถังต้มสบู่และหอล้างสบู่มีปริมาณมากที่สุดเมื่อทำการศึกษาอย่างละเอียด ในการค้นหาปัญหาที่ทำให้เกิด Reprocess soap จากถังต้มสบู่และหอล้างสบู่พบว่า สภาวะในการทำปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชันที่ถังต้มสบู่ไม่เหมาะสม ซึ่งอาจเกิดจากปริมาณสารละลายลีย์ที่เข้าทำปฏิกิริยามากหรือน้อยเกินไป หรืออุณหภูมิของ BBO ต่ำเกินไปเมื่อเทียบกับระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา ทำให้มีปริมาณน้ำมันอิสระหลงเหลือใน Crude soap เป็นจำนวนมาก ซึ่งทำให้เกิดปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชันในหอล้างสบู่อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ใน Washed soap หลังทำการแยกกลีเซอรีนออกจาก Crude soap มีปริมาณน้อย Washed soap ที่ได้จึงมีคุณสมบัติเหลวเกินไป ไม่เหมาะที่จะนำเข้าสู่เครื่องเหวี่ยงแยก Neat soap ที่ได้จึงมีคุณภาพต่ำ และต้องนำเข้าสู่กระบวนการ Reprocess soap นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการฟูอย่างรวดเร็วของ Crude soap และล้นออกจากหอล้างสบู่จึงยากต่อการควบคุม

5.2 การศึกษาหาสาเหตุของปัญหา

การศึกษาเพื่อหาปริมาณน้ำมันอิสระใน Crude soap

<u>วัตถุประสงค์</u> : เพื่อตรวจสอบว่าการเกิดปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชันในสภาวะปกติ มีปริมาณน้ำมันอิสระหลงเหลืออยู่เท่าใด

<u>อุปกรณ์</u> : ภาชนะบรรจุสารตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

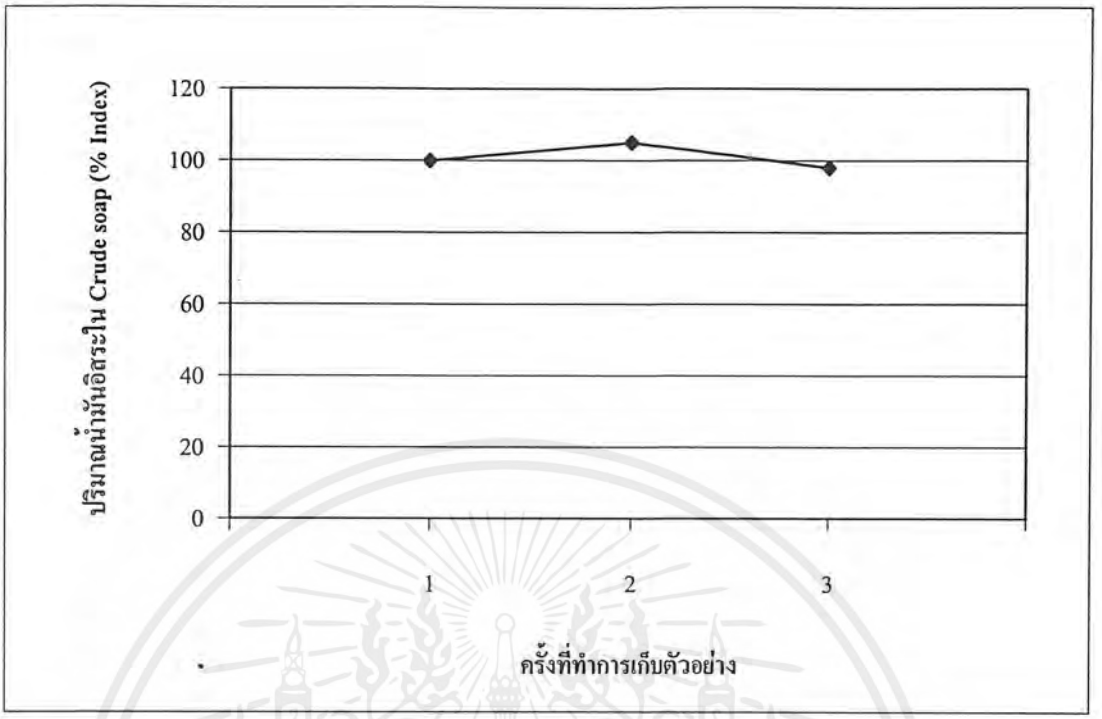
วิธีการทดลอง

1) ตั้งค่าอุณหภูมิของ BBO ที่ผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนตามค่าสภาวะการผลิต
2) เดินระบบการผลิตจนกระทั่ง Washed soap ออกจากหอล้างสบู่ (ใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง)
3) เก็บตัวอย่าง Crude soap ในถังต้มสบู่ (โซนผสม) เพื่อนำไปให้ห้องวิเคราะห์กลางวิเคราะห์หาปริมาณน้ำมันอิสระที่หลงเหลืออยู่
4) ควบคุมปัจจัยต่างๆ ต่อไปนี้ ที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชันให้มีค่าคงที่ตลอดการทดลอง
   - เปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของ BBO
   - อัตราการไหลของ BBO
   - อัตราการไหลของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
   - แรงดันของไอน้ำที่ Concentric jet
   - อัตราการไหลของสารละลายลีย์ที่ Concentric jet
5) ทำซ้ำข้อ 3) และ 4) พร้อมบันทึกข้อมูลปัจจัยต่างๆ ทุกชั่วโมง ทั้งหมด 3 ครั้ง

ผลการทดลอง

ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 6 พบว่า มีปริมาณน้ำมันอิสระเหลือใน Crude soap ประมาณ 100 เปอร์เซ็นต์ (กำหนดให้ปริมาณน้ำมันอิสระที่เหลืออยู่ใน Crude soap ที่อุณหภูมิที่ออกจากเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนมีค่าเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์เป็นค่าดัชนีในการเปรียบเทียบกับผลการทดลองที่อุณหภูมิอื่นๆ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 กราฟแสดงปริมาณน้ำมันอิสระใน Crude soap ที่อุณหภูมิที่ออกจากเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (เก็บข้อมูลจากกระบวนการผลิต)

5.3 การทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการเกิดปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชันในถังต้มสบู่

การทดลองเพื่อทำการหาสภาวะที่เหมาะสมในการเกิดปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชัน สามารถแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่

5.3.1 การทดลองในห้องปฏิบัติการ

วัตถุประสงค์ : ศึกษาหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเกิดปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชัน เพื่อเป็นแนวทางในการทดลองกับระบบการผลิตจริง

อุปกรณ์ :
1) บีกเกอร์
2) ขวดใส่สารรูปชมพู่
3) เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)
4) แท่งแก้วคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) นาฬิกาจับเวลา

6) Hot plate

7) บิวเรต

สารเคมี : 1) น้ำมัน BBO

2) สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

3) น้ำกลั่น

วิธีการทดลอง

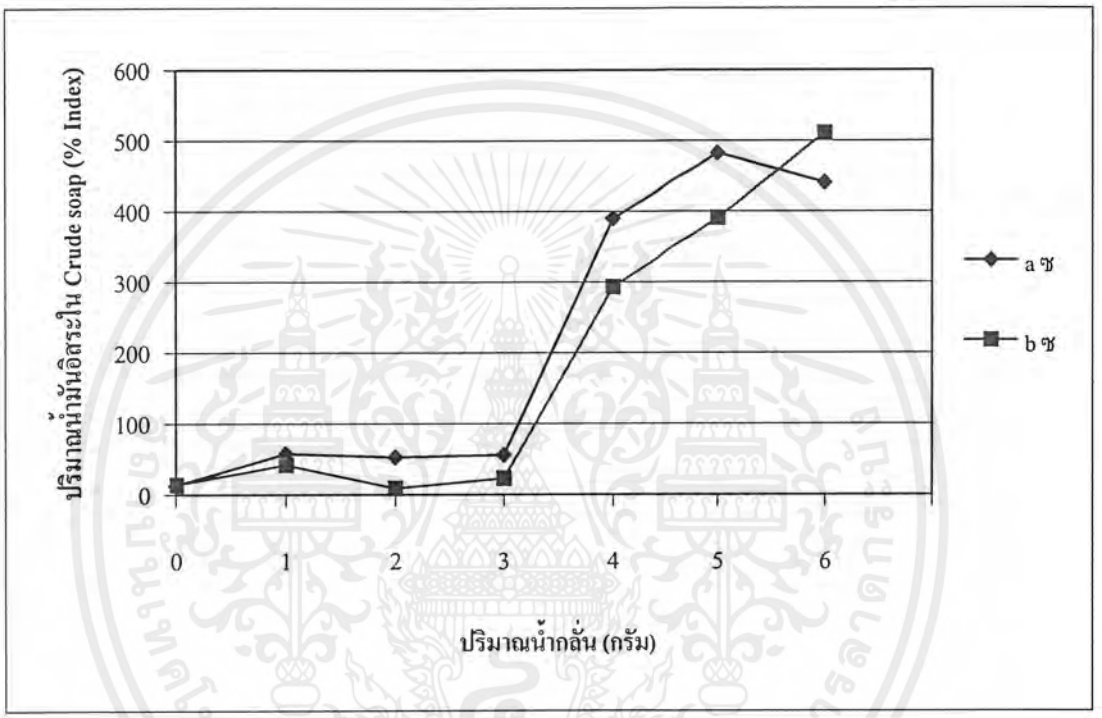
1) ชั่ง BBO ใส่ลงในบีกเกอร์ประมาณ 30 กรัม
2) ชั่งสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ใส่บีกเกอร์ประมาณ 10 กรัม
3) ชั่งน้ำกลั่นใส่ลงในบีกเกอร์ประมาณ 1 กรัม
4) นำบีกเกอร์ที่บรรจุ BBO ไปให้ความร้อนด้วย Hot plate
5) เมื่ออุณหภูมิของ BBO สูงประมาณ a องศาเซลเซียส จึงเทสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และน้ำลงไป
6) ทำการจับเวลาพร้อมทั้งปิดสวิตซ์ Hot plate เมื่อเริ่มเทสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
7) นำบีกเกอร์ลงจาก Hot plate เมื่อเวลาผ่านไป 2.30 นาที
8) นำ Crude soap ที่ได้เทใส่ภาชนะบรรจุสารตัวอย่าง และนำส่งห้องวิเคราะห์กลางเพื่อทำการตรวจสอบองค์ประกอบภายในหาปริมาณน้ำมันอิสระ

หมายเหตุ การทดลองจะทำที่อุณหภูมิ a และ b องศาเซลเซียส ตามลำดับ ($a < b$) และในแต่ละอุณหภูมิจะทำการเติมน้ำกลั่นปริมาณ 1, 2, 3, 4, 5, 6 กรัม และไม่มีการเติมน้ำกลั่น ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

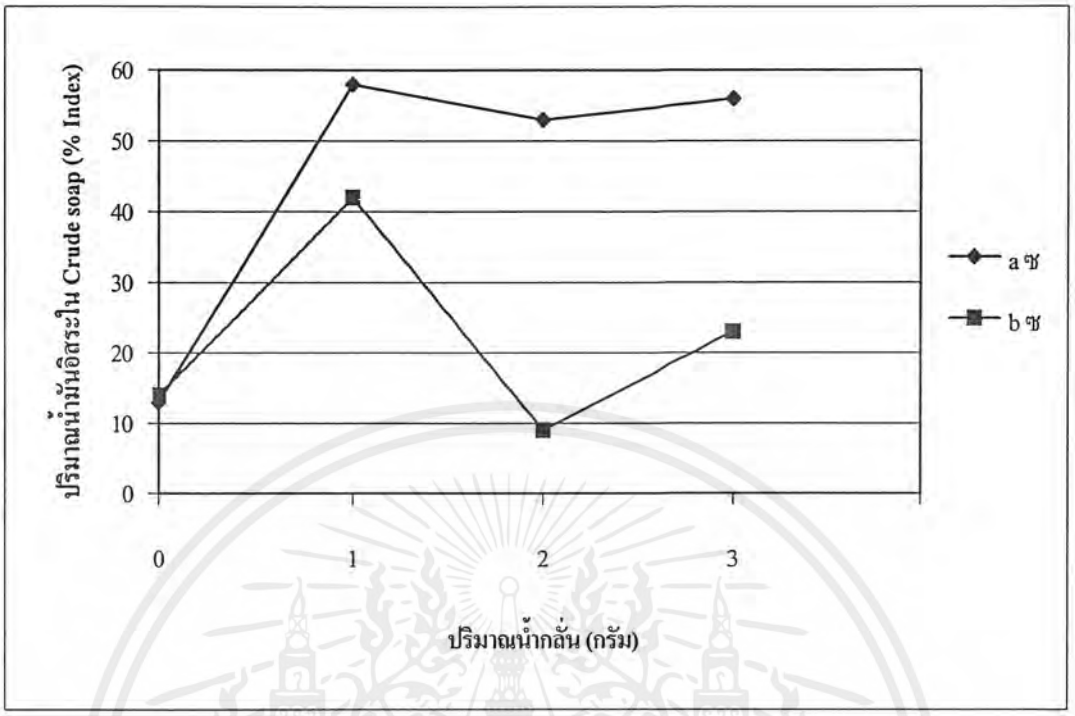
แสดงได้ดังรูปที่ 7 ปริมาณน้ำมันอิสระเฉลี่ยที่เหลือใน Crude soap จากการทดลองที่อุณหภูมิ a และ b องศาเซลเซียส พบว่ามีค่า 10-60 เปอร์เซ็นต์ (% Index) เมื่อเติมน้ำกลั่น 0-3 กรัม และมีค่า 290-510 เปอร์เซ็นต์ (% Index) เมื่อเติมน้ำกลั่น 4-6 กรัม



รูปที่ 7 กราฟแสดงปริมาณน้ำมันอิสระใน Crude soap ที่อุณหภูมิ a และ b องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำกลั่น 0-6 กรัม (เก็บข้อมูลจากห้องปฏิบัติการ)

จากรูปที่ 7 เขียนกราฟแสดงปริมาณน้ำมันอิสระใน Crude soap เมื่อเติมน้ำกลั่นปริมาณ 0-3 กรัม แสดงดังรูปที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



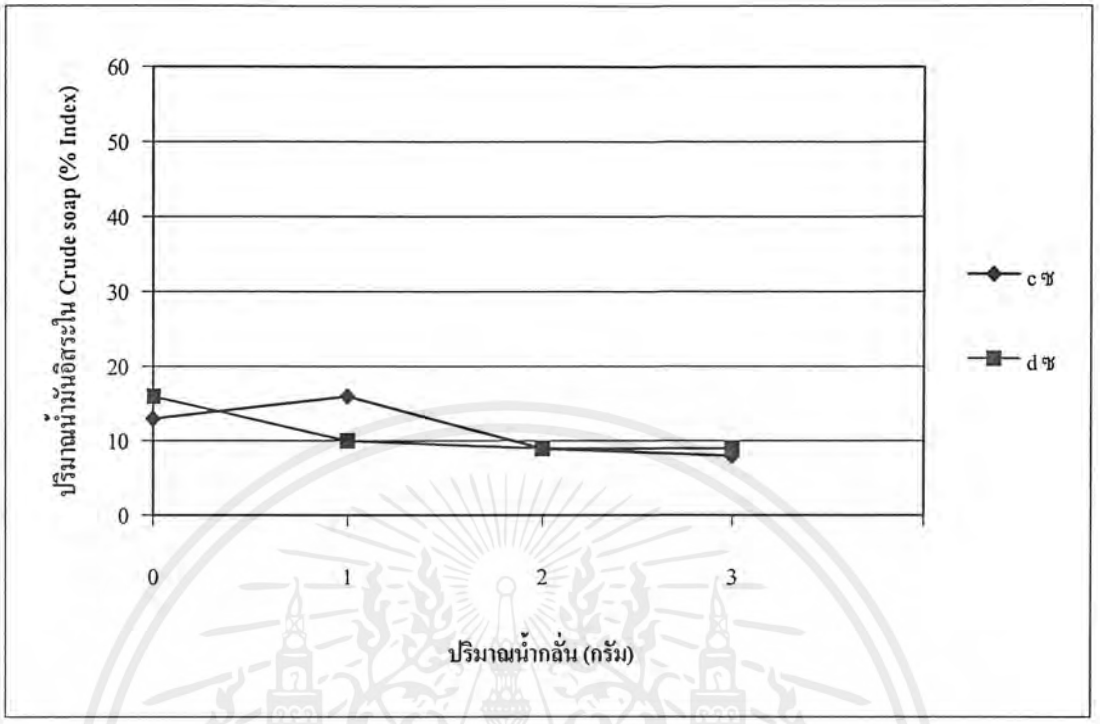
รูปที่ 8 กราฟแสดงปริมาณน้ำมันอิสระใน Crude soap ที่อุณหภูมิ a และ b องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำกลั่น 0-3 กรัม (เก็บข้อมูลจากห้องปฏิบัติการ)

จากรูปที่ 7 เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ ปริมาณน้ำมันอิสระใน Crude soap จะลดลง ดังนั้นจึงจะทดลองเพิ่มอุณหภูมิเป็น c และ d องศาเซลเซียส แต่เพราะว่าปริมาณน้ำกลั่นตั้งแต่ 4 กรัมขึ้นไป จะทำให้ลักษณะของเนื้อสบู่เหลวมากและมีปริมาณน้ำมันอิสระหลงเหลืออยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นสำหรับการทดลองที่อุณหภูมิ c และ d องศาเซลเซียส จะใช้ปริมาณน้ำกลั่น 0-3 กรัมเท่านั้น

<u>ผลการทดลอง</u>

ผลการทดลองสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 9 จากรูปพบว่าปริมาณน้ำมันอิสระใน Crude soap ลดลงเหลือประมาณ 8-16 เปอร์เซ็นต์ (% Index)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9 กราฟแสดงปริมาณน้ำมันอิสระใน Crude soap ที่อุณหภูมิ c และ d องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำกลั่น 0-3 กรัม (เก็บข้อมูลจากห้องปฏิบัติการ)

สรุปผลการทดลอง

จากรูปที่ 8 และ 9 พบว่าเมื่ออุณหภูมิของ BBO ก่อนทำปฏิกิริยามีค่าสูงขึ้น ($a < b < c < d$) จะทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้ดีขึ้น และทำให้ปริมาณน้ำมันอิสระใน Crude soap มีค่าน้อยลง

5.3.2 การทดลองกับระบบการผลิตจริง

วัตถุประสงค์ : ศึกษาหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเกิดปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชัน

อุปกรณ์ : ภาชนะบรรจุสารตัวอย่าง

วิธีการทดลอง

1) ตั้งค่าอุณหภูมิของ BBO ที่ผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนให้มีค่า f องศาเซลเซียส

2) เดินระบบการผลิตจนกระทั่ง Washed soap ออกจากหอล้างสบู่ (ใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เก็บตัวอย่าง Crude soap ในถังต้มสบู่ (โซนผสม) เพื่อนำไปให้ห้องวิเคราะห์กลางวิเคราะห์หาปริมาณน้ำมันอิสระที่หลงเหลืออยู่

4) ควบคุมปัจจัยต่างๆ ต่อไปนี้ ที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชันให้มีค่าคงที่ตลอดการทดลอง

- เปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของ BBO
- อัตราการไหลของ BBO
- อัตราการไหลของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
- แรงดันของไอน้ำที่ Concentric jet
- อัตราการไหลของสารละลายลีย์ที่ Concentric jet

5) ทำซ้ำข้อ 3) และ 4) พร้อมบันทึกข้อมูลปัจจัยต่างๆ ทุกชั่วโมง ทั้งหมด 3 ครั้ง

<u>หมายเหตุ</u> การทดลองจะทำที่อุณหภูมิ a, b, c และ f องศาเซลเซียส ตามลำดับ (สามารถปรับให้อุณหภูมิสูงสุดได้เพียง f องศาเซลเซียส ซึ่งน้อยกว่าอุณหภูมิ d องศาเซลเซียสเล็กน้อย เนื่องจากข้อจำกัดของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน)

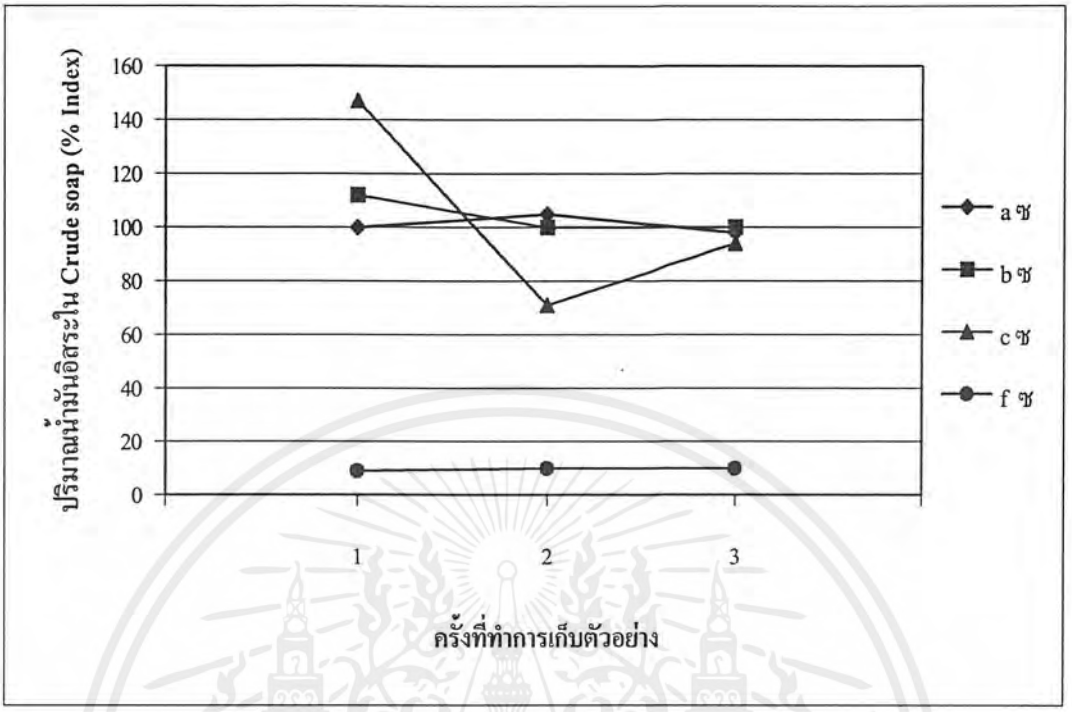
<u>ผลการทดลอง</u>

ผลการทดลองสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 10 จากรูปพบว่า

- เมื่อ BBO มีอุณหภูมิประมาณ a, b และ c องศาเซลเซียส จะทำให้มีปริมาณน้ำมันอิสระเฉลี่ยที่เหลืออยู่ใน Crude soap ประมาณ 70-150 เปอร์เซ็นต์ (% Index)

- เมื่อ BBO มีอุณหภูมิประมาณ f องศาเซลเซียส จะทำให้มีปริมาณน้ำมันอิสระเฉลี่ยที่เหลืออยู่ใน Crude soap ประมาณ 9-10 เปอร์เซ็นต์ (% Index)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



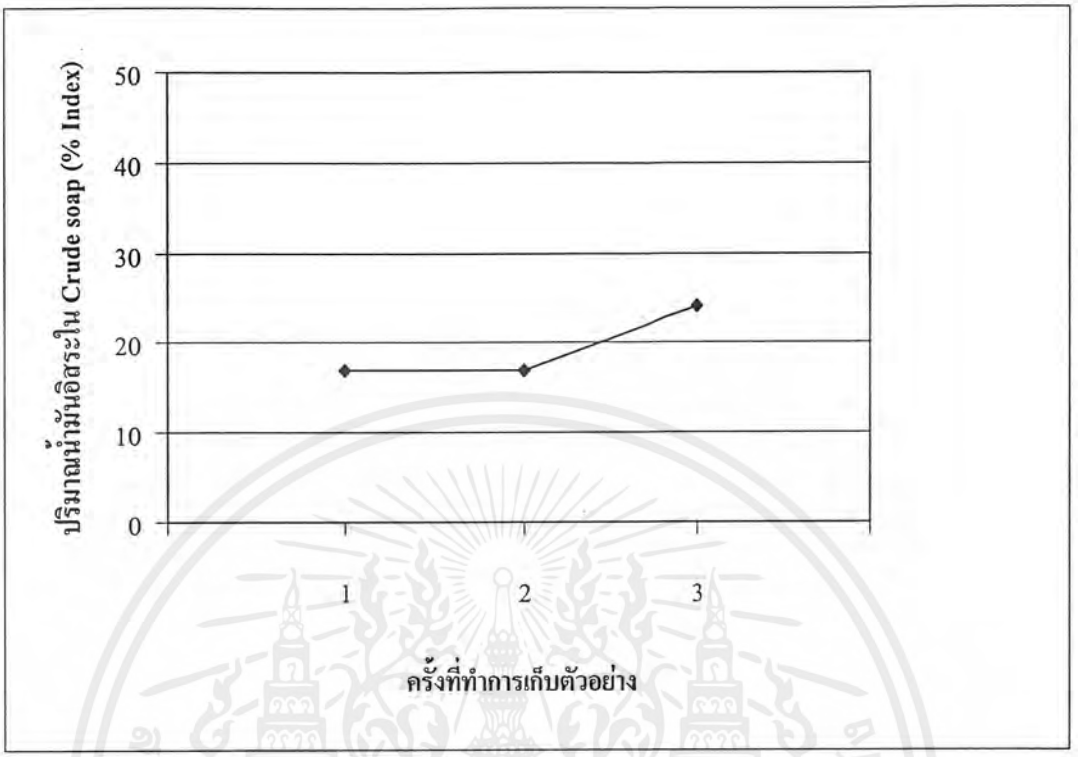
รูปที่ 10 กราฟแสดงปริมาณน้ำมันอิสระใน Crude soap ที่อุณหภูมิต่างๆ (เก็บข้อมูลจากกระบวนการผลิต)

<u>หมายเหตุ</u> ทำการเก็บข้อมูลซ้ำสำหรับการทดลองที่อุณหภูมิ f องศาเซลเซียส ได้ผลแสดงดังรูปที่ 11

<u>ผลการทดลอง</u>

จากรูปที่ 11 พบว่ามีปริมาณน้ำมันอิสระหลงเหลืออยู่ใน Crude soap ประมาณ 15-25 เปอร์เซ็นต์ (% Index)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11 กราฟแสดงปริมาณน้ำมันอิสระใน Crude soap ที่อุณหภูมิ f องศาเซลเซียส (เก็บข้อมูลจากกระบวนการผลิต)

<u>สรุปผลการทดลอง</u>

จากการทดลองพบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมที่ใช้ทำปฏิกิริยาคือ f องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมินี้จากรูปที่ 10 และรูปที่ 11 จะมีปริมาณน้ำมันอิสระเฉลี่ยที่เหลือใน Crude soap น้อยที่สุด คือ ในช่วง 9-25 เปอร์เซ็นต์ (% Index)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการดำเนินการและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการดำเนินการ

จากการดำเนินการทำให้ทราบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชัน คือ อุณหภูมิ f องศาเซลเซียส เพราะทำให้ปริมาณน้ำมันอิสระที่หลงเหลืออยู่ใน Crude soap มีปริมาณน้อยที่สุด คือ ประมาณ 9-25 เปอร์เซ็นต์ (% Index) ซึ่งแสดงว่า BBO ได้ทำปฏิกิริยาเปลี่ยนไปเป็น Crude soap และกลีเซอรีนได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับอุณหภูมิอื่นๆ และ Crude soap ที่มีปริมาณน้ำมันอิสระน้อยนี้ ก็จะทำให้ได้ Washed soap ที่มีปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์พอเหมาะที่จะเข้าสู่เครื่องเหวี่ยงแยกทำให้เกิด Neat soap ที่มีคุณภาพ ดังนั้นการควบคุมให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นภายในถังต้มสบู่ให้ได้มากที่สุดจึงเป็นการลดปริมาณ Reprocess soap เมื่อคำนวณค่าใช้จ่ายที่จะต้องเสียเพิ่มขึ้นเนื่องจากต้องเพิ่มปริมาณไอน้ำเข้าไปทำให้ BBO มีอุณหภูมิสูงขึ้นเท่ากับ f องศาเซลเซียส คิดเป็น 192 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับปริมาณไอน้ำที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

6.2 ข้อเสนอแนะ

1) ศึกษาผลกระทบของการเพิ่มอุณหภูมิ BBO ที่มีต่อหอล้างสบู่ เพราะเมื่อ BBO ที่มีอุณหภูมิสูงทำปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชันกลายเป็น Crude soap จะทำให้ Crude soap มีอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อ Crude soap ที่มีอุณหภูมิสูงเข้าไปในหอล้างสบู่จะส่งผลให้อุณหภูมิในหอล้างสบู่สูงขึ้น จะทำให้สบู่เกิดการสูญเสีย จึงต้องควบคุมอุณหภูมิภายในหอล้างสบู่ไม่ให้สูงเกินไปโดยควบคุมปริมาณน้ำร้อนและน้ำเย็นที่เข้าสู่หอล้างสบู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ควรปรับเทียบอุปกรณ์วัดค่าตัวแปรต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ความดัน อัตราการไหล เป็นต้น ที่ห้องควบคุมและที่หน้างานจากเครื่องมือวัดให้ได้ตามมาตรฐานและอ่านค่าตรงกัน เนื่องจากปัจจุบันค่าที่อ่านมีความคลาดเคลื่อนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอ้างอิง

1. เทวินทร์ สิริโชคชัยกุล. ISO 14001 ระบบจัดการสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 1. หจก. เอ็มเพาเวอร์-เมนท์, 2542.
2. สุเทพ ธีรศาสตร์. ISO 14000 มาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 3. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2542.
3. เกศสุดา จงสงวนกลาง, และมานพ สุขพาสน์เจริญ. การฝึกงานภาคฤดูร้อนในโครงการเทคโนโลยีสะอาด. รายงานการฝึกงานภาคฤดูร้อน ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, เมษายน-พฤษภาคม 2543.
4. เฉลิมพล เจริญสวัสดิ์ศิริ., และดรุณี วัฒนาธนกุล. โครงการพัฒนาการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตของโรงงานผลิตผงซักฟอกสูตรธรรมดา. ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2542.
5. โครงการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. เทคนิคการตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาด. กิจกรรมฝึกงานเทคโนโลยีสะอาด ประจำปี 2543. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. มีนาคม 2543.
6. KIRK-OTHMER. Encyclopedia of Chemical Technology. v.22, 4th ed., Wiley-Interscience Publication.
7. J.F.van Oss. Material and Technology. Vol.3.
8. Klaus Schumann., and Kurt Siekmann. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. v.A24, p.249-251.
9. Company manual.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ประมวลคำศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมวลคำศัพท์

เครื่องจักรและอุปกรณ์อื่นๆ

Brine heat exchanger	เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนให้กับน้ำเกลือ
Centrifuge	เครื่องเหวี่ยงแยกสบู่ (Washed soap) และสารละลายนิเกอร์ลีย์ออกจากกัน เรียกสั้นๆ ว่า เครื่องแยกสบู่
Concenric jet (Con. jet)	เจ็ตสำหรับช่วยในการเกิดอิมัลชันของสบู่
Oil heat exchanger	เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนให้กับน้ำมัน
Rotating Disc Contactor (R.D.C.)	หอล้างสบู่
Saponification tank (Sap. tank)	ถังสำหรับต้มสบู่ในกระบวนการผลิตสบู่แบบต่อเนื่อง
Surge tank	ถังพักสบู่ในกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องทำหน้าที่รับ Washed soap จาก R.D.C. ก่อนนำเข้าเครื่องแยกสบู่

กรรมวิธี วัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์

Brine	น้ำเกลือ
Crude soap	สบู่ดิบที่ต้มเสร็จใหม่ๆ มีกลีเซอรีนปน
FCA (Free Caustic Alkali)	อัลคาไลน์ไฮดรอกไซด์ที่อยู่ในรูป Na_2O ในสบู่
FFA (Free Fatty Acid)	กรดไขมันอิสระในน้ำมันดิบ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำมันมีสีและมีกลิ่นหืน เนื่องจากกรดไขมันอิสระจะเร็วต่อการทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส
Fitting liquor	สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ใช้ในกระบวนการ Soap fitting & Separation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Free oil	ปริมาณน้ำมันอิสระที่เหลืออยู่ใน Crude soap, Washed soap และ Neat soap
Glycerine	ผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการต้มสบู่
Hydrogenation	กระบวนการเพิ่มเสถียรภาพให้แก่น้ำมัน โดยการเติมไฮโดรเจนอะตอมบริเวณพันธะคู่ของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว ทำให้สายโซ่อะตอมของคาร์บอนมีความอิ่มตัวมากขึ้น
Lye	สารละลายลีย์ คือ น้ำเกลือที่มีกลีเซอรีนละลายอยู่
Neat soap	สบู่เหลวที่ผ่านการแยกสารละลายนิเกอร์ลีย์ออกแล้ว
Neutralization	การทำให้เป็นกลาง ปฏิกิริยาทำให้เป็นกลาง
Nigre-lye	สารละลายนิเกอร์ลีย์ คือ สารละลายลีย์ที่มีสบู่ปนอยู่น้อยไม่ถึง 1 % TFM
Reprocess soap	Washed soap และ Neat soap ที่ไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานของบริษัทและถูกนำเข้าสู่กระบวนการต้มสบู่ใหม่อีกครั้ง
Saponification	ปฏิกิริยาการเกิดสบู่
Scrap	เศษสบู่หรือสบู่เกล็ดที่ไม่ได้มาตรฐาน สบู่ที่อัดก้อนมาแล้วไม่ได้มาตรฐาน และสบู่ที่ส่งกลับมาจากตลาด เพื่อเอามาหลอมให้เหลว และทำการปรับสภาพเนื้อใหม่
Soap chip	สบู่เกล็ด หรือสบู่เม็ด โดยการเอา Neat soap มาเป่าแห้ง แล้วอัดเป็นเกล็ดหรือเม็ด เพื่อนำไปผลิตสบู่ก้อนต่อไป
Soap fitting	การปรับสภาพเนื้อสบู่เพื่อกำจัดสิ่งเจือปนออก โดยอาศัยหลักการเหวี่ยงแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

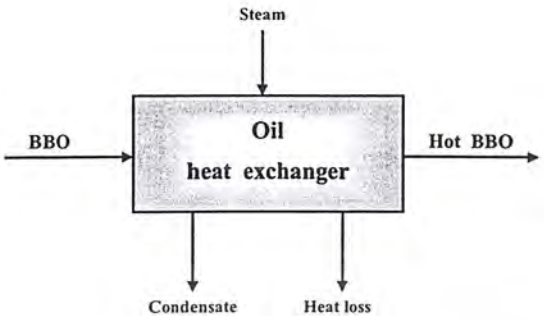
Spent-lye	สารละลายลีย์ที่ใช้งานแล้ว คือ น้ำเกลือที่มีกลีเซอรีนละลายอยู่จนอิ่มตัว มีความเป็นด่างมาก และจะถูกปั๊มออกจากหอล้างสบู่ เพื่อทำให้เป็นกลางก่อนส่งไปหน่วยผลิตกลีเซอรีน
TFM (Total Fatty Matters)	ปริมาณไขมันทั้งหมดในเนื้อสบู่ ซึ่งสามารถสกัดออกมาได้ในรูปสารละลายกรดไขมัน โดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น อีเทอร์ ภายใต้สภาวะที่กำหนด
Washed liquor	น้ำเกลือผสมกับสารละลายนิเกอร์ลีย์ใช้ในกระบวนการล้างสบู่
Washed soap	สบู่ที่ผ่านการล้างแยกกลีเซอรีนออกแล้ว

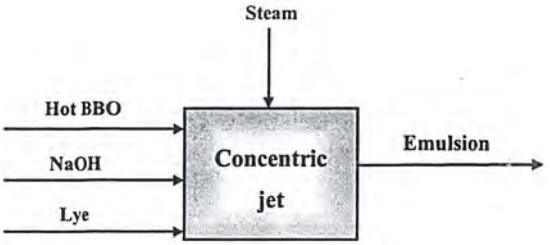
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

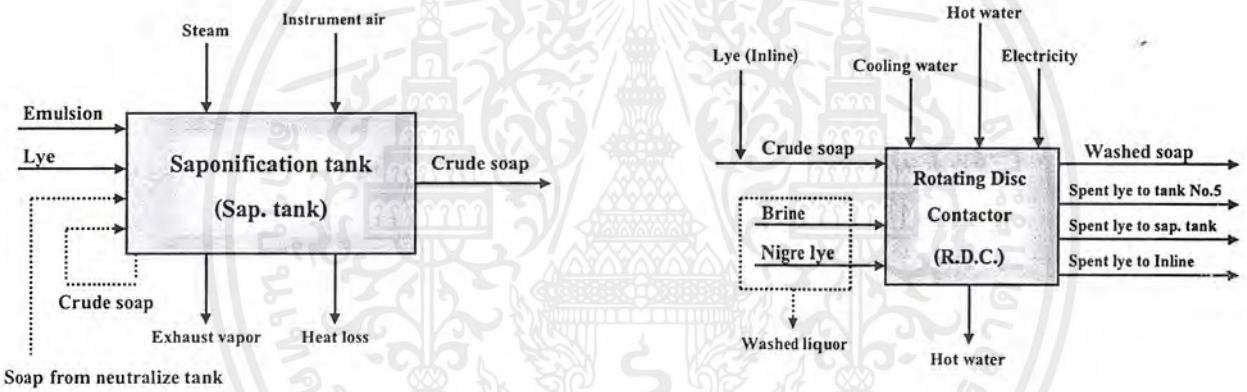
ภาคผนวก ข

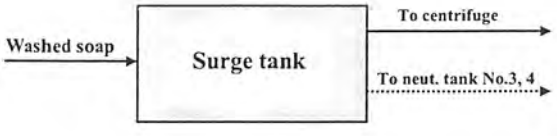
แผนภาพแสดงสารเข้าและสารออกในแต่ละหน่วยปฏิบัติการ

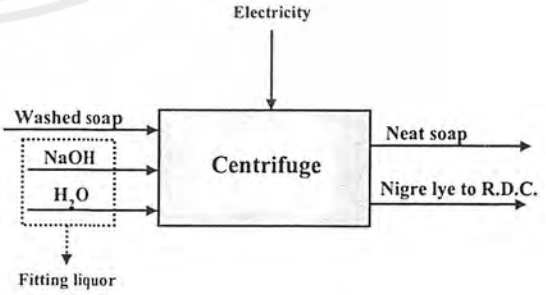
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



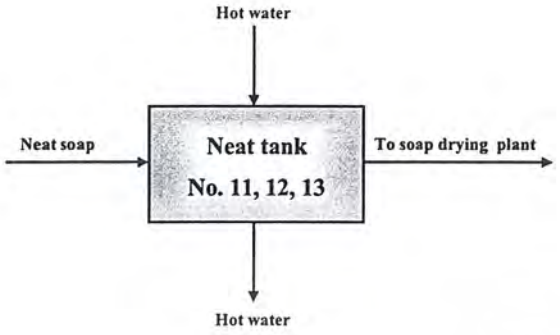


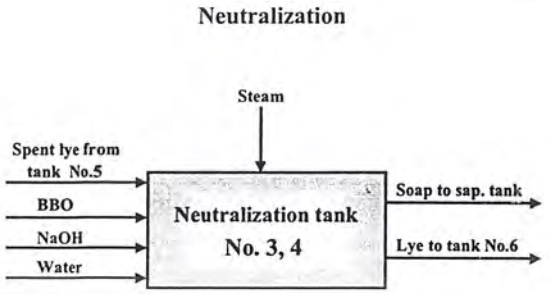


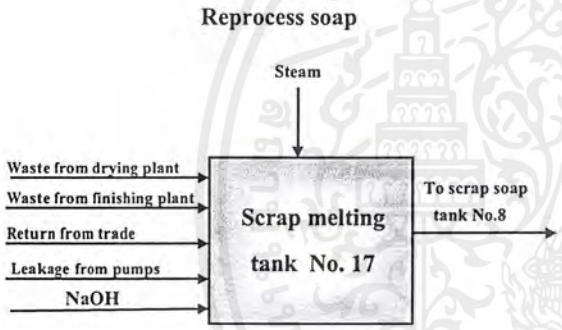


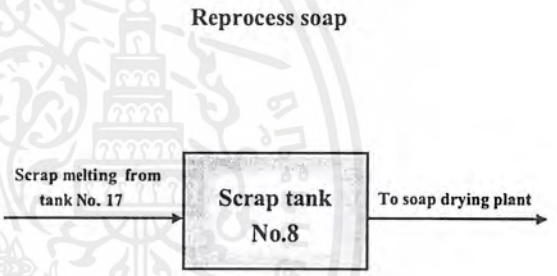


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้









เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์หาองค์ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.1 การหาปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในสบู่

สารเคมี

1) สารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเทรตความเข้มข้น 0.1 นอร์แมล
2) สารละลายโพแทสเซียมโครเมตความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์โดยมวลต่อปริมาตรของสารละลาย ซึ่งสามารถเตรียมได้ดังนี้
   - ละลายโพแทสเซียมโครเมต 5 กรัม ด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร
3) สารละลายแคลเซียมไนเทรตความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์โดยมวลต่อปริมาตรของสารละลาย ซึ่งสามารถเตรียมได้ดังนี้
   - ละลายแคลเซียมไนเทรต 30 กรัม ด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

วิธีการ

1) ชั่งตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร
2) ละลายตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นร้อน 60 มิลลิลิตร
3) เติมสารละลายแคลเซียมไนเทรตลงไป 25 มิลลิลิตร จากนั้นทำการเขย่าให้เข้ากัน
4) กรองแยกตะกอนออกโดยใช้กระดาษกรอง ล้างด้วยน้ำกลั่นที่ต้มเดือดประมาณ 100 มิลลิลิตร
5) ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ถ่ายสารละลายลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
6) หยดโพแทสเซียมโครเมตลงไป 1 มิลลิลิตร เพื่อเป็นอินดิเคเตอร์
7) ไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเทรต จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

การคำนวณ

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

N = ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเทรต (นอร์แมล)

V = ปริมาตรสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเทรตที่ใช้ไทเทรต (มิลลิลิตร)

$$\% \text{ NaCl} = \frac{5.85 \times N \times V}{W}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.2 การหาปริมาณกลีเซอรีนในสบู่

สารเคมี

1) สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร
2) สารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1 นอร์แมล
3) สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์แมล
4) สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร
5) สารละลายโซเดียมเมตาเพอร์ไอโอเดตความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์โดยมวลต่อปริมาตร ซึ่งสามารถเตรียมได้ดังนี้
   - ละลายโซเดียมเมตาเพอร์ไอโอเดต 3 กรัม ด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร
6) สารละลายเอทิลีนไกลคอลความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ซึ่งสามารถเตรียมได้ดังนี้
   - ละลายเอทิลีนไกลคอล 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นที่ต้มเดือด ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร
7) สารละลายฟีนอลเรต
8) ไขพาราฟินหรือไขผึ้งบริสุทธิ์

วิธีการ

1) ชั่งตัวอย่างประมาณ 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร
2) เติมน้ำกลั่นที่ต้มเดือด 150 มิลลิลิตร เทลงในบีกเกอร์ เขย่าจนกระทั่งตัวอย่างละลายหมด
3) เติมสารละลายกรดซัลฟิวริกลงไป 20 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้ว
4) เติมไขพาราฟิน 10 กรัม แล้วนำไปต้มจนกระทั่งสารละลายใส
5) ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น กรองแยกเอาส่วนของแข็งที่ลอยอยู่บนผิวหน้าของสารละลายออก ล้างด้วยน้ำกลั่นปริมาณเล็กน้อย 3 ครั้ง เก็บส่วนของสารละลายและน้ำล้างรวมกันใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร หยดสารละลายฟีนอลเรตลงไป 2-3 หยด
6) ค่อยๆ หยดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไป จนกระทั่งสารละลายมีสีชมพู
7) เติมสารละลายไฮโดรคลอริกลงไปจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ใส่เศษกระเบื้องลงไป 2-3 ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) นำไปต้มให้เดือด 2-3 นาที เพื่อไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปิดด้วยจุก และตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

9) ค่อยๆ หยดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไปจนกระทั่งสารละลายมีสีชมพู

10) เติมสารละลายโซเดียมเมตาเพอร์ไอโอเดตลงไป 20 มิลลิลิตร ปิดด้วยจุก เขย่าให้เข้ากัน นำไปเก็บไว้ในที่มืด 30 นาที

11) เติมสารละลายเอทิลีนไกลคอลลงไป 50 มิลลิลิตร ปิดด้วยจุก เขย่าให้เข้ากันแล้วนำไปเก็บไว้ในที่มืดอีก 20 นาที

12) ไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู บันทึกปริมาตรที่ใช้ในการไทเทรต

13) ทำซ้ำข้อ 6-13 โดยใช้น้ำกลั่นแทนสารละลายตัวอย่าง

<u>การคำนวณ</u>

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

N = ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์แมล)

V = ปริมาตรสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไทเทรต (มิลลิลิตร)

$$\% \text{ Glycerine} = \frac{9.21 \times N \times V}{W}$$

ค.3 การหาปริมาณด่างคอสติก (Free Caustic Alkali, FCA) หรือกรดไขมัน (Free Fatty Acid, FFA) ในสบู่

<u>สารเคมี</u>

1) สารละลายเอทานอลความเข้มข้น 85 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ที่มีสภาวะเป็นกลาง ซึ่งสามารถเตรียมได้ดังนี้

- ผสมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร และสารละลายเอทานอล 900 มิลลิลิตร ซึ่งมีความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เข้าด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หยดฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยดเพื่อเป็นอินดิเคเตอร์
- ค่อยๆ หยดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เจือจางลงไป จนกระทั่งสารละลายที่ได้เปลี่ยนไปเป็นสีชมพู
- เก็บสารละลายที่ได้ไว้ในขวดรูปชมพู่ ปิดด้วยจุก

2) สารละลายแบเรียมคลอไรด์ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของสารละลายที่มีสภาวะเป็นกลาง ซึ่งสามารถเตรียมได้ดังนี้
   - ละลายแบเรียมคลอไรด์ 20 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร
   - หยดฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยดเพื่อเป็นอินดิเคเตอร์
   - ค่อยๆ หยดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เจือจางลงไป จนกระทั่งสารละลายที่ได้เปลี่ยนไปเป็นสีชมพู
   - เก็บสารละลายที่ได้ไว้ใน ขวดรูปชมพู่ ปิดด้วยจุก
3) สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 0.1 โมลาร์
4) สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 โมลาร์
5) สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน

<u>วิธีการ</u>

1) ชั่งตัวอย่างประมาณ 10 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
2) เติมสารละลายเอทานอลลงไป 150 มิลลิลิตร
3) ให้ความร้อน เขย่าจนกระทั่งตัวอย่างละลายหมด
4) เติมสารละลายแบเรียมคลอไรด์ลงไป 10 มิลลิลิตร
5) หยดฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยด สังเกตสีของสารละลาย ถ้าสารละลายเป็นสีชมพูให้ไทเทรตหาด่างคอสติกตามข้อ 6) แต่ถ้าสารละลายไม่มีสีให้ไทเทรตตามข้อ 7)
6) ไทเทรตสารละลายขณะร้อนด้วยสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริกจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพู
7) ไทเทรตสารละลายขณะร้อนด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณ

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

N_a = ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก (โมลาร์)

N_b = ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (โมลาร์)

V_a = ปริมาตรสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริกที่ใช้ไทเทรต (มิลลิลิตร)

V_b = ปริมาตรสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไทเทรต (มิลลิลิตร)

หาด่างคอสติก (FCA)

$$\%\ Na_2O = \frac{6.2 \times N_a \times V_a}{W}$$

หากรดไขมันอิสระ (FFA)

$$\%\ FFA = \frac{25.6 \times N_b \times V_b}{W}$$

ค.4 การหาปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมัน

สารเคมี

1) สารละลายเอทานอลความเข้มข้น 85 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ที่มีสภาวะเป็นกลาง ซึ่งสามารถเตรียมได้ดังนี้
   - ผสมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร และสารละลายเอทานอล 900 มิลลิลิตร ซึ่งมีความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เข้าด้วยกัน
   - หยดฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยดเพื่อเป็นอินดิเคเตอร์
   - ค่อยๆ หยดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เจือจางลงไป จนกระทั่งสารละลายที่ได้เปลี่ยนไปเป็นสีชมพู
2) สารละลายเฮกเซน
3) สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์แมล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ฟีนอล์ฟทาลีน

วิธีการ

1) ชั่งตัวอย่าง BBO ประมาณ 5 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
2) ตวงสารละลายเอทานอลที่มีสภาวะเป็นกลาง ปริมาตร 50 มิลลิลิตร และสารละลายเฮกเซน ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
3) นำขวดรูปชมพู่ที่มีสารละลายเอทานอลและสารละลายเฮกเซนมาหยดฟีนอล์ฟทาลีนเพื่อเป็นอินดิเคเตอร์
4) นำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์จนกระทั่งสีเปลี่ยนเป็นสีชมพู
5) เทสารละลายลงในขวดรูปชมพู่ที่มีตัวอย่าง BBO
6) ให้ความร้อน จนกระทั่ง BBO และสารละลายกลายเป็นเนื้อเดียวกัน
7) หยดฟีนอล์ฟทาลีนเพื่อเป็นอินดิเคเตอร์ จากนั้นนำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซะเดียมไฮดรอกไซด์จนกระทั่งสีเปลี่ยนเป็นสีชมพู

การคำนวณ

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

N = ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์แมล)

V = ปริมาตรสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไทเทรต (มิลลิลิตร)

$$\% \text{ FFA} = \frac{25 \times N \times V}{W}$$

ค.5 การหาปริมาณน้ำมันอิสระ ในสบู่

สารเคมี

1) สารละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether)
2) สารละลายเอทานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) สารละลายอะซีโตน

วิธีการ

1) ชั่งตัวอย่างสบู่ประมาณ 3 กรัม ใส่ในบีกเกอร์
2) นำไปละลายด้วยน้ำร้อน
3) ถ่ายใส่กรวยแยกขนาด 250 มิลลิลิตร
4) เติมสารละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ลงในกรวยแยกเพื่อเป็นตัวสกัด ค่อยๆ ฉีดสารละลายเอทานอลลงไปเพื่อช่วยให้เกิดการแยกชั้นได้เร็วขึ้น
5) ปล่อยทิ้งไว้ 15 นาที เพื่อให้เกิดการแยกชั้น
6) ไขกรวยแยกเพื่อแยกส่วนที่เป็นน้ำทิ้ง
7) ถ่ายส่วนที่เหลือใส่ลงในขวดรูปชมพู่
8) นำส่วนที่เป็นน้ำที่แยกออกมาสกัดด้วยสารละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ปริมาตร 50 มิลลิลิตร 2 ครั้ง
9) ถ่ายส่วนที่เหลือทั้ง 2 ครั้ง ลงผสมกับส่วนแรก ทำการชั่งน้ำหนัก (W_1)
10) นำไปตั้งบน Steam bath เพื่อทำให้ระเหย
11) เติมสารละลายอะซีโตนปริมาตร 20 มิลลิลิตร ลงไปเพื่อทำการไล่น้ำ ทิ้งไว้จนแห้ง
12) นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
13) นำไปใส่เดซิกเคเตอร์ (Desiccator) ทิ้งไว้ให้เย็น
14) นำไปชั่งน้ำหนัก (W_2)

การคำนวณ

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

$$\% \text{ Free oil} = \frac{(W_2 - W_1) \times 100}{W}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ข้อมูลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 ข้อมูลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ a องศาเซลเซียส

% FFA = 1.68 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไทเทรต = 0.1093 นอร์แมล

ปริมาณ BBO (กรัม)	ปริมาณ NaOH (กรัม)	ปริมาณน้ำ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันอิสระ (% Index)
30.03	10.02	0.00	12.90
30.02	10.01	1.03	58.40
30.04	10.02	2.03	53.70
30.00	10.04	3.02	56.70
30.06	10.06	4.01	390.00
30.02	10.02	5.02	483.50
30.04	10.04	6.04	441.70

ตารางที่ ง.2 ข้อมูลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ b องศาเซลเซียส

% FFA = 1.67 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไทเทรต = 0.1093 นอร์แมล

ปริมาณ BBO (กรัม)	ปริมาณ NaOH (กรัม)	ปริมาณน้ำ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันอิสระ (% Index)
30.03	10.01	0.00	14.30
30.02	10.03	1.04	41.90
30.00	10.05	2.02	9.40
30.01	10.06	3.02	23.20
30.02	10.04	4.07	293.20
30.00	10.05	5.02	391.60
30.02	10.01	6.07	511.50

หมายเหตุ ปริมาณน้ำมันอิสระที่แสดงในตารางเป็นค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำมันอิสระ (% Index) ที่อุณหภูมิที่ออกจากเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.3 ข้อมูลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ c องศาเซลเซียส

% FFA = 1.64 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไทเทรต = 0.1093 นอร์แมล

ปริมาณ BBO (กรัม)	ปริมาณ NaOH (กรัม)	ปริมาณน้ำ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันอิสระ (% Index)
30.02	10.07	0.00	13.30
30.00	10.07	1.02	15.90
30.02	10.05	2.04	9.40
30.03	10.01	3.03	8.40

ตารางที่ ง.4 ข้อมูลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ d องศาเซลเซียส

% FFA = 1.64 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไทเทรต = 0.1093 นอร์แมล

ปริมาณ BBO (กรัม)	ปริมาณ NaOH (กรัม)	ปริมาณน้ำ (กรัม)	ปริมาณน้ำมันอิสระ (% Index)
30.03	10.04	0.00	16.40
30.05	10.07	1.05	10.50
30.04	10.05	2.01	9.60
30.01	10.01	3.02	9.20

หมายเหตุ ปริมาณน้ำมันอิสระที่แสดงในตารางเป็นค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำมันอิสระ (% Index) ที่อุณหภูมิที่ออกจากเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ข้อมูลจากกระบวนการผลิต

หมายเหตุ รายละเอียดอยู่ในรายงานฉบับส่งบริษัท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้