



รายงานสหกิจศึกษา

การลดปริมาณครีมนของเสียในกระบวนการผลิตน้ำกะทิยูเอชที

The Reduction of Coconut Oil Separation in the Production of UHT

Coconut Milk

นายถำรุ่ง เหลืองกำจร

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการสหกิจศึกษา การลดปริมาณครีมของเสียในกระบวนการผลิตน้ำกะทियูเอชที

จัดทำโดย นายล้ำรุ่ง เหลืองกำจร

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

ภาควิชา วิศวกรรมอาหาร

อาจารย์นิเทศ ดร. พิมพ์ขวัญ หาญนันทอนันต์

ผู้นิเทศงาน นายไกรวุฒิ หลักคำ, นายวิโรจน์ แยมประยูร

สถานประกอบการ บริษัท อ่าพลฟู้ดส์ โพรเซสซิง จำกัด

บทคัดย่อ

ในกระบวนการผลิตน้ำกะทิ ปัญหาที่พบคือ เมื่อเก็บกะทิในถังบัฟเฟอร์และถังผสม จะทำให้เกิดของเสียเป็นลักษณะฟองครีมที่ไม่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการผลิตได้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณครีมของเสียในถังบัฟเฟอร์และถังผสม ศึกษาโดยออกแบบการทดลองนำกะทิมาทึบปั่นด้วยใบกวนเป็นเวลา 30 นาที ใช้ความเร็วรอบใบกวน 160, 180, 200 และ 250 rpm อุณหภูมิน้ำกะทิ 5, 10 และ 15 °C โดยใช้ตัวอย่างน้ำกะทิมี่ปริมาณไขมัน 17 % ในการทดลอง พบว่าการลดอุณหภูมิของกะทิลง จะทำให้เกิดฟองครีมลักษณะแข็งมากขึ้น และมีลักษณะแข็งมากที่สุดที่อุณหภูมิ 5 °C การใช้ความเร็วรอบใบกวนที่สูงขึ้น จะทำให้เกิดฟองครีมได้มากขึ้น และหากใช้ความเร็วรอบใบกวนต่ำกว่า 160 rpm จะช่วยลดปริมาณฟองครีมที่เกิดขึ้นได้เป็นอย่างมากหรือไม่เกิดฟองครีมเลย นอกจากนี้ยังพบว่าระดับของใบกวนในการตีกะทิมี่ผลต่อการเกิดฟองครีมด้วย หากใบกวนตีบริเวณผิวของกะทิจะทำให้เกิดฟองครีมได้ง่าย แต่หากใบกวนอยู่ต่ำกว่าผิวของกะทิจะสามารถตีขึ้นฟองได้ยาก จึงนำผลการทดลองมาใช้ในการออกแบบความเร็วรอบของใบกวนให้เหมาะสม โดยทำการติดตั้งอินเวอร์เตอร์เข้าที่มอเตอร์ของใบกวน และสามารถปรับลดความเร็วของเพลาลงและใบกวนลงได้ หรือทำการเปิดใบกวนเมื่อระดับของกะทิสองกว่าใบกวนแล้วเท่านั้น เพื่อให้เกิดฟองอากาศน้อยที่สุด จะสามารถลดการเกิดฟองครีมที่เป็นของเสียในกระบวนการผลิต และป้องกันปัญหาปริมาณไขมันกะทิลดต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานได้

Cooperative Title The Reduction of Coconut Oil Separation in the Production of UHT
Coconut Milk

Student intern name Lumrung Luangkamchorn

Faculty Engineering

Department Food Engineering

Advisor name Pimkhuan Hannanta-anan, Ph.D.

Mentor name Kraiwoot Lakkam, Viroj Yamprayoon

Company Ampol Food Processing LTD.

Abstract

In the production of coconut milk, once pasteurized, the coconut milk is stored in a buffer tank or a mixing tank waiting to be transferred to the next process. As it is left idle, the milk coagulates to form thick cream that can not be used towards the end product. The objective of this research is to identify factors that affect formation of this cream and modify the production conditions accordingly to reduce waste associated with such cream. Here, coconut milk with 17% fat was stirred using an overhead stirrer for 30 minutes at different speeds (160, 180, 200, 250, 500 rpm) and different temperatures (5, 10, 15 °C). The result showed that lowering temperature caused the cream to be harder, and the coconut milk blended at 5 °C appeared the hardness. Stirring at higher speeds resulted in larger amounts of cream whereas using speed below 160 rpm significantly reduced the amount of cream. In addition, it was found that the relative level of stirring blades to the coconut milk has effects on the cream formation. If the stirrer was on the surface of coconut milk, a large amount of cream was formed. However, if the stirrer was submerged under the surface of coconut milk, no cream was observed. Based on these findings, an inverter was installed in the actual production line to lower the stirring speed, and it was found to significantly reduce the amount of the cream formed. With the new production condition, it is projected to lower the production loss at this plant by 5.6 million Baht per year.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการสหกิจศึกษา “การลดปริมาณครีမ်ของเสียในกระบวนการผลิตน้ำกะทियูเอชที” สามารถสำเร็จไปได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือ จากการแนะนำจากอาจารย์ และบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณ อาจารย์ และบุคลากรที่เกี่ยวข้องดังนี้

ดร. พิมพ์ขวัญ หาญนันทอนันต์ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งคอยให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางให้คำปรึกษา และแนวทางการแก้ปัญหาระหว่างการดำเนินงานโครงการสหกิจศึกษา จนสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายวิโรจน์ แยมประยูร ซุปเปอร์ไวเซอร์ ฝ่ายผลิตบรรจุ บริษัท อำพลฟู้ดส์ โพรเซสซิง จำกัด ผู้ให้ความกรุณาเป็นที่เลื่อง และนายไกรวุฒิ หลักคำ ผู้จัดการฝ่าย UHT บริษัท อำพลฟู้ดส์ โพรเซสซิง จำกัด ผู้คอยดูแลและให้คำปรึกษาตลอดระยะเวลาในการทำโครงการ

บริษัท อำพลฟู้ดส์ โพรเซสซิง จำกัด ที่ให้โอกาสนักศึกษาได้เข้ามาปฏิบัติงานสหกิจ ให้ความรู้ และมอบประสบการณ์การทำงานเสมือนเป็นพนักงานคนหนึ่งของบริษัท ทำให้ได้ความรู้ทางเทคนิค และด้านการดำเนินชีวิตได้อย่างมาก มีการดูแลอำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงาน และท้ายที่สุด ขอขอบพระคุณบุคคลอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามในที่นี้ ซึ่งได้มีส่วนช่วยให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ถ้ำรุ่ง เหลืองกำจร

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 วิธีการดำเนินวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1.1 น้ำกะทิ	3
2.1.2 กระบวนการผลิตน้ำกะทियูเอชที	3
2.1.2.1 กระบวนการคั้นหัวกะทิ	4
2.1.2.2 กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์	6
2.1.2.3 กระบวนการผสมหัวและหางกะทิ	6
2.1.2.4 กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยระบบยูเอชที	7
2.1.2.5 กระบวนการบรรจุน้ำกะทิลงกล่อง	7
2.1.3 การสูญเสียสภาพของโปรตีน	8
2.1.3.1 การสูญเสียสภาพด้วยความร้อน	8
2.1.3.2 การสูญเสียสภาพด้วยการปรับ pH	9
2.1.3.3 การสูญเสียสภาพด้วยแรงกล	10
2.1.3.4 การสูญเสียสภาพด้วยโลหะหนัก	10
2.1.4 ถังบัพเฟอร์	10
2.1.5 ถังผสม	10
2.1.6 แผนผังแสดงเหตุและผล	10

2.1.6.1	ความหมายของแผนผังสาเหตุและผล.....	11
2.1.6.2	แผนผังสาเหตุและผลจะถูกนำมาใช้ในกรณีใดบ้าง.....	11
2.1.6.3	วิธีการสร้างแผนผังสาเหตุและผลหรือผังก้างปลา.....	11
2.1.7	วิปป์ครีม.....	12
2.1.7.1	การใช้ประโยชน์.....	12
2.1.8	โฟม.....	13
2.1.9	ใบพัดกวน.....	13
2.1.10	การออกแบบใบพัดกวนในถังบัพเฟอร์และถังผสม.....	14
2.1.11	ระบบพาสเจอไรซ์.....	14
2.1.11.1	กรรมวิธีการพาสเจอไรซ์.....	14
2.1.11.2	ประเภทของการพาสเจอไรซ์.....	15
2.1.11.2.1	การพาสเจอไรซ์อาหารในภาชนะปิดผนึกสนิท.....	15
2.1.11.2.2	การพาสเจอไรซ์อาหารก่อนการบรรจุ.....	15
2.1.12	แผนผังไลน์การผลิต UHT1 และ UHT3.....	17
2.1.13	เครื่องวัดความเร็วรอบ (Tachometer).....	18
2.1.14	กระบวนการ CIP/SIP.....	19
2.1.14.1	เซนเซอร์วัดการไหลแบบอิเล็กทรอนิกส์.....	20
2.1.15	เครื่องปั่นผสมสาร (Overhead Stirrers).....	22
2.2	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	23
2.2.1	งานวิจัยศึกษาการแยกชั้นของน้ำมันในน้ำกะทิ.....	23
บทที่ 3	วิธีการดำเนินวิจัย.....	27
3.1	เก็บข้อมูลและอ่านบทความเพื่อใช้ในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา.....	27
3.1.1	ปริมาณครีมของเสียที่เกิดขึ้นในถังแต่ละใบ.....	27
3.1.2	เปอร์เซ็นต์ไขมันของครีม.....	28
3.1.3	อุณหภูมิของน้ำกะทิในถังบัพเฟอร์และถังผสม.....	28
3.1.4	ความเร็วรอบของใบพัดกวน.....	28
3.1.5	ระดับความสูงและขนาดของใบพัดกวนในการติดตั้ง.....	29
3.1.6	การติดตั้งระบบท่อเพื่อรับกะทิเข้าสู่ถัง.....	30
3.1.6.1	การส่งด้วยระบบท่อติดตั้งภายในถัง.....	30
3.1.6.2	การส่งด้วยการต่อท่อสายยางและต่อลงที่หัวถัง.....	31

3.1.7	มูลค่าของเสียในการผลิต.....	32
3.2	สรุปผลจากการเก็บข้อมูลเบื้องต้น.....	32
3.3	วิเคราะห์สาเหตุของการเกิดคริมในกระบวนการผลิตน้ำกะทิ.....	32
3.3.1	สาเหตุที่ทำให้เกิดฟองคริมในกระบวนการผลิตน้ำกะทิ	33
3.3.2	กลไกการเกิดคริมในกระบวนการผลิตน้ำกะทิ	34
3.4	วิเคราะห์หาแนวทางแก้ไข.....	34
3.4.1	ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิน้ำกะทิต่อการเกิดฟองคริม.....	35
3.4.2	ความสัมพันธ์ของความเร็วรอบใบพัดกวนต่อการเกิดฟองคริม	36
3.4.3	อุณหภูมิที่ทำให้ฟองคริมละลายกลายเป็นของเหลว	38
3.5	ทำการทดลอง สรุปผล และเสนอแนวทางแก้ไข	39
บทที่ 4 ผลการทดลอง		40
4.1	ผลการทดลองความสัมพันธ์ของอุณหภูมิน้ำกะทิต่อการเกิดฟองคริม	40
4.2	ผลการทดลองความสัมพันธ์ของความเร็วรอบใบพัดกวนต่อการเกิดฟองคริม	42
4.3	ผลการทดลองเพื่อหาอุณหภูมิที่ทำให้ฟองคริมละลายกลายเป็นของเหลว	44
4.4	ผลการเก็บปริมาณคริมหลังจากติดอินเวอเตอร์.....	44
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและขอเสนอแนะการปรับปรุงแก้ไข.....		46
5.1	สรุปผลการทดลอง.....	46
5.1.1	สรุปผลการทดลองความสัมพันธ์ของอุณหภูมิน้ำกะทิต่อการเกิดฟองคริม	46
5.1.2	สรุปผลการทดลองความสัมพันธ์ของความเร็วรอบใบพัดต่อการเกิดฟองคริม	46
5.1.3	สรุปผลการทดลองอุณหภูมิที่ทำให้ฟองคริมละลายกลายเป็นของเหลว	47
5.2	ข้อเสนอแนะวิธีการปรับปรุงแก้ไข.....	47
5.2.1	การปรับเปลี่ยนการใช้งานใบพัดกวน	47
5.2.2	การปรับปรุงระบบท่อในการส่งกะทิ.....	48
5.2.3	การปรับอุณหภูมิของกะทิในถัง.....	48
5.2.4	การนำคริมของเสียกลับมาใช้ในการผลิตซ้ำ.....	48
5.2.4.1	การให้ความร้อนกับฟองคริมที่อยู่ด้านบน.....	48
5.2.4.2	การนำคริมของเสียมาใช้ในกระบวนการผลิตใหม่.....	49
เอกสารอ้างอิงและภาคผนวก		50
ประวัติผู้เขียน.....		55

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1 ปริมาณครีမ်ของเสียที่เกิดขึ้นในถังแต่ละใบ	27
ตารางที่ 3.2 ความเร็วรอบของใบพัดกวนในถังแต่ละใบ	28
ตารางที่ 3.3 ระดับความสูงของใบพัดกวนและขนาดของถังแต่ละใบ	29
ตารางที่ 4.1 ผลการตีกะทิจะโดยระดับของกะทที่อยู่สูงกว่าใบพัดกวน	40
ตารางที่ 4.2 ผลการตีกะทิจะที่อุณหภูมิต่างกัน	41
ตารางที่ 4.3 ผลการตีกะทิจะที่ความเร็วรอบต่างกัน	43
ตารางที่ 4.4 ผลการเก็บปริมาณครีမ်หลังจากตีคือนเวเตอร์	44



สารบัญรูป

รูปที่ 1.1 น้ำกะทิปกติ	1
รูปที่ 1.2 น้ำกะทิเป็นครีม	1
รูปที่ 2.1 น้ำกะทิ.....	3
รูปที่ 2.2 Oil-in-water Emulsion	3
รูปที่ 2.3 กระบวนการผลิตน้ำกะทียูเอชที	4
รูปที่ 2.4 สายพานลำเลียงเนื้อมะพร้าว	4
รูปที่ 2.5 สายพานสำหรับแช่น้ำยาทำความสะอาด	4
รูปที่ 2.6 สายพานลำเลียงเนื้อมะพร้าวขาว	5
รูปที่ 2.7 สกรูลำเลียงสำหรับบดเนื้อมะพร้าว	5
รูปที่ 2.8 เครื่องคั่นหัวกะทิด้วยผ้า Belt	5
รูปที่ 2.9 สกรูลำเลียงกากมะพร้าว	5
รูปที่ 2.10 อ่างเก็บหัวกะทิ	5
รูปที่ 2.11 ชุดพาสเจอร์ไรซ์	6
รูปที่ 2.12 เครื่อง Homoginizer	6
รูปที่ 2.13 ด้านในเครื่อง Homoginizer	6
รูปที่ 2.14 ชุดฆ่าเชื้อ UHT.....	7
รูปที่ 2.15 เครื่องบรรจุ Combibloc	8
รูปที่ 2.16 เครื่องบรรจุ Tetra Pak	8
รูปที่ 2.17 การสูญเสียสภาพของโปรตีนด้วยความร้อน	9
รูปที่ 2.18 การสูญเสียสภาพของไข่ด้วยการปรับ pH	9
รูปที่ 2.19 แผนผังแสดงเหตุและผล	10
รูปที่ 2.20 วิปป์ครีม	12
รูปที่ 2.21 ใบพัดกวน	13
รูปที่ 2.22 In-container Pasteurization.....	15
รูปที่ 2.23 Batch Pasteurizer.....	16
รูปที่ 2.24 In-line Pasteurization	16
รูปที่ 2.25 แผนผังไลน์ UHT1 และ UHT3.....	17
รูปที่ 2.26 การตรวจจับสัญญาณแบบดิจิทัล.....	18

รูปที่ 2.27 เครื่องวัดความเร็วรอบแบบ Tachometer	19
รูปที่ 2.28 ชุดทำความสะอาด CIP	20
รูปที่ 2.29 เครื่องวัดอัตราการไหลแบบอิเล็กทรอนิกส์	21
รูปที่ 2.30 เครื่องปั่นผสมสาร (Overhead Stirrers).....	22
รูปที่ 2.31 กราฟแสดงความสัมพันธ์อุณหภูมิการให้ความร้อนและปริมาณน้ำมันที่เหวี่ยงแยกได้.....	23
รูปที่ 2.32 กราฟแสดงความสัมพันธ์การปรับ pH และปริมาณน้ำมันที่เหวี่ยงแยกได้.....	24
รูปที่ 2.33 กราฟแสดงความสัมพันธ์อุณหภูมิการแช่เย็นและปริมาณน้ำมันที่เหวี่ยงแยกได้.....	25
รูปที่ 2.34 กราฟแสดงความสัมพันธ์อุณหภูมิการบ่มเอนไซม์และปริมาณน้ำมันที่เหวี่ยงแยกได้.....	25
รูปที่ 2.35 กราฟแสดงความสัมพันธ์วิธีการต่าง ๆ และปริมาณน้ำมันที่เหวี่ยงแยกได้.....	26
รูปที่ 3.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความเร็วรอบใบกวนและปริมาณครีมที่เกิดขึ้น	29
รูปที่ 3.2 ใบกวนขนาดใหญ่	30
รูปที่ 3.3 ใบกวนขนาดเล็ก	30
รูปที่ 3.4 การส่งกะทิแบบที่ 1	31
รูปที่ 3.5 การส่งกะทิแบบที่ 2	31
รูปที่ 3.6 การส่งกะทิแบบที่ 3	31
รูปที่ 3.7 การส่งกะทิแบบที่ 4	31
รูปที่ 3.8 แผนผังแสดงเหตุและผลในการเกิดฟองครีมของเสียและปริมาณไขมันตก	33
รูปที่ 3.9 ฟองครีมที่เกิดขึ้นในการเก็บรักษาในถัง.....	34
รูปที่ 3.10 เทอร์โมคัปเปิล.....	35
รูปที่ 3.11 ชั่งน้ำหนักกะทิ.....	35
รูปที่ 3.12 ปั่นกะทิด้วย Overhead Stirrer.....	36
รูปที่ 3.13 นาฬิกาจับเวลา.....	36
รูปที่ 3.14 ชั่งน้ำหนักกะทิ.....	37
รูปที่ 3.15 ตั้งความเร็วรอบใบพัดกวน.....	37
รูปที่ 3.16 นำกะทิมาทำการตีขึ้น.....	37
รูปที่ 3.17 กะทิที่เป็นครีมในถังผสม.....	38
รูปที่ 3.18 เก็บตัวอย่างครีม	38
รูปที่ 3.19 ชั่งน้ำหนักครีม 200 กรัม	38
รูปที่ 3.20 ตวงกะทิใส่หม้อ.....	38
รูปที่ 3.21 เครื่อง Water Bath.....	39

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

น้ำกะทิเป็นอิมัลชันชนิด Oil-in-Water ซึ่งมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบภายใน ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ช่วยให้กะทิและน้ำมันภายในสามารถผสมอยู่ด้วยกันได้โดยไม่แยกชั้นออกจากกัน ในกระบวนการผลิตน้ำกะทียูเอชที หัวกะทิที่คั้นและถูกส่งมาพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 70 °C เพื่อฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคและทำการน็อคเชื้อเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 15 °C จากนั้นเก็บในถัง Buffer ซึ่งมีการควบคุมอุณหภูมิด้วยน้ำหล่อเย็นไม่เกิน 10°C เพื่อรอทำการผสมหางกะทิต่อไป ปัญหาที่พบคือเมื่อกะทิมีอุณหภูมิต่ำและถูกเก็บไว้ในถัง ส่วนน้ำมันจะแยกชั้นและลอยขึ้นมารวมกันอยู่ที่ด้านบน และเมื่อถูกใบพัดกวนในถังดีจะขึ้นรูปเป็นฟองและเกิดเป็นชั้นครีมอยู่ที่ด้านบน เมื่อทำการส่งกะทิไปยังกระบวนการผลิตขั้นตอนต่อไป จะต้องส่งผ่านท่อโดยใช้ปั๊มในการดูด ครีมนั้นจะไม่สามารถถูกส่งผ่านปั๊มได้และทำให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิต นอกจากนี้หยดน้ำมันที่รวมตัวกันเป็นชั้นครีมที่ด้านบน ยังทำให้กะทิที่อยู่ด้านล่างมีปริมาณไขมันที่ลดลงและทำให้เสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ ผู้จัดทำรายงานจึงเห็นความสำคัญในการแก้ไขปัญหานี้เพื่อลดปัญหาการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตและปริมาณไขมันตกของผลิตภัณฑ์



รูปที่ 1.1 น้ำกะทิปกติ



รูปที่ 1.2 น้ำกะทิเป็นครีม

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อแก้ปัญหาปริมาณไขมันในน้ำกะทิตระหว่างกระบวนการผลิต
- 1.2.2 เพื่อลดปริมาณครีมที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตน้ำกะทियูเอชที

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.3.1 ศึกษาปัญหาการเกิดครีมของกะทิในกระบวนการผลิต บริษัทอำพลฟู้ดส์ โพรเซสซิง จำกัด ส่วนของ UHT 1 และ UHT 3

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

- 1.4.1 เก็บข้อมูลและอ่านบทความเพื่อใช้ในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา
- 1.4.2 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา
- 1.4.3 วิเคราะห์หาแนวทางแก้ไข
- 1.4.4 ออกแบบการทดลองเพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางในการแก้ไขปัญหา
- 1.4.5 ทำการทดลองและนำผลการทดลองมาสรุปวิธีแก้ไขปัญหา
- 1.4.6 เสนอแนวทางแก้ไขปัญหาและทำรูปเล่มสหกิจศึกษา

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นและลดเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตได้
- 1.5.2 สามารถลดพลังงานความร้อนที่ต้องใช้ในการจัดการกะทิที่เป็นครีมได้
- 1.5.3 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตให้ดีขึ้น

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 น้ำกะทิ

น้ำกะทิเป็นอิมัลชันชนิด Oil-in-Water มีสีขาวขุ่น ซึ่งได้จากการคั้นหรือสกัด ส่วนของเนื้อมะพร้าวแก่ อาจทำการเติมน้ำหรือไม่เติมน้ำเพิ่มก็ได้ มี 2 ส่วนคือหัวกะทิและหางกะทิ ส่วนหัวกะทิจะมีความเข้มข้นสูงและมีปริมาณไขมันมากส่วนหางกะทิจะมีความเข้มข้นและปริมาณไขมันน้อยกว่า น้ำกะทิมีส่วนประกอบหลักคือน้ำมัน โปรตีน น้ำและน้ำตาล โดยทั่วไปแล้วน้ำกับน้ำมันจะไม่สามารถผสมเข้าด้วยกันได้และเกิดการแยกชั้นออกจากกัน เนื่องจากน้ำเป็นสารที่มีขี้และน้ำมันเป็นสารที่ไม่มีขี้ แต่น้ำกะทิสามารถผสมรวมกับน้ำมันเป็นเนื้อเดียวได้เนื่องจากมีอิมัลซิไฟเออร์ โดยอิมัลซิไฟเออร์จะทำหน้าที่ทำให้น้ำกับน้ำมันสามารถผสมเป็นเนื้อเดียวได้ด้วยการหันด้านที่มีขี้จับกับน้ำและหันด้านที่ไม่มีขี้จับกับน้ำมัน ซึ่งสารอิมัลซิไฟเออร์ที่อยู่ในน้ำกะทิก็คือโปรตีนตามธรรมชาติ



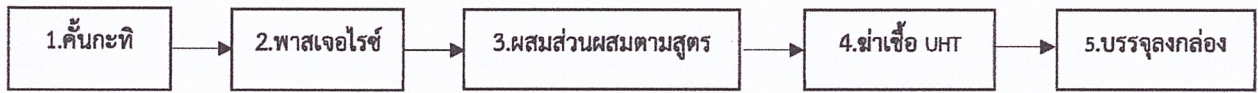
รูปที่ 2.1 น้ำกะทิ



รูปที่ 2.2 Oil-in-water Emulsion

2.1.2 กระบวนการผลิตน้ำกะทียูเอชที

กระบวนการผลิตน้ำกะทียูเอชทีของโรงงานอำพลฟู้ดส์ โพรเซสซิง จำกัด ในแผนก UHT1 และ UHT3 มี 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.3 กระบวนการผลิตน้ำกะทิยูเอชที

2.1.2.1 กระบวนการคั้นหัวกะทิ

เริ่มต้นจากการเตรียมมะพร้าว โดยการรับเนื้อมะพร้าวจะต้องมีการคัดเกรด มีสีขาวสวยและมีปริมาณไขมันไม่ต่ำกว่า 30 % เนื้อมะพร้าวขาวจะถูกนำมาล้างสิ่งแปลกปลอมออกและฆ่าเชื้อด้วยน้ำยา PAA จากนั้นนำมาสไลด์ น้ำลงตะกร้าและเก็บเข้าห้องเย็นอุณหภูมิต่ำกว่า 15 °C และเข้าสู่ขั้นตอนการผลิตโดยการคั้นเนื้อมะพร้าวที่เสียออก จากนั้นลำเลียงผ่านสายพานและจุ่มน้ำเพื่อล้างอีกครั้ง เข้าสู่ขั้นตอนการบดหยาบและบดละเอียด เนื้อมะพร้าวที่ถูกบดละเอียดจะลำเลียงเข้าสู่เครื่องคั้นกะทิ ซึ่งมีผ้า Belt ทำหน้าที่ในการบีบอัดคั้นกะทิออกมา จากนั้นในกากมะพร้าวจะถูกส่งไปยังเครื่องบดหยาบและบดละเอียดและเติมน้ำใส่ลงไปเพื่อทำการคั้นหัวกะทิอีก 2 ครั้ง เพื่อให้สามารถคั้นหัวกะทิให้ออกมาได้ปริมาณมากที่สุด จากนั้นเก็บในอ่างพักเพื่อรอทำการส่งไปพาสเจอร์ไรซ์ กะทิที่คั้นออกมาจะต้องมีการควบคุมคุณภาพคือ pH ต้องไม่ต่ำกว่า 6.00 และ %ไขมันต้องไม่ต่ำกว่า 17.5% เพื่อไม่ให้สินค้าเสียคุณภาพและสามารถใช้ในกระบวนการผลิตต่อไป



รูปที่ 2.4 สายพานลำเลียงเนื้อมะพร้าว



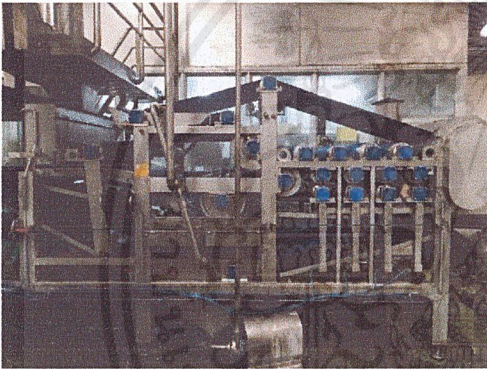
รูปที่ 2.5 สายพานสำหรับแช่น้ำยาทำความสะอาด



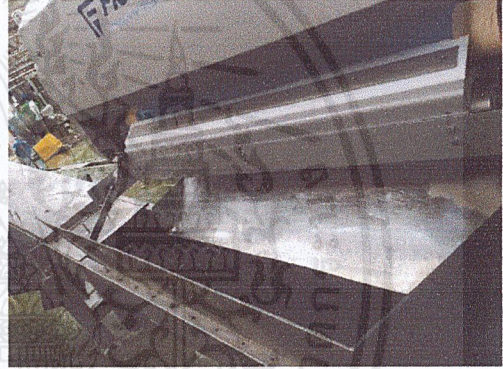
รูปที่ 2.6 สายพานลำเลียงเนื้อมะพร้าวขาว



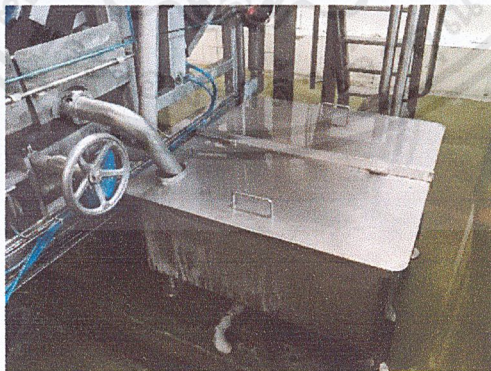
รูปที่ 2.7 สกรูลำเลียงสำหรับบดเนื้อมะพร้าว



รูปที่ 2.8 เครื่องคั้นหัวกะทิด้วยผ้า Belt



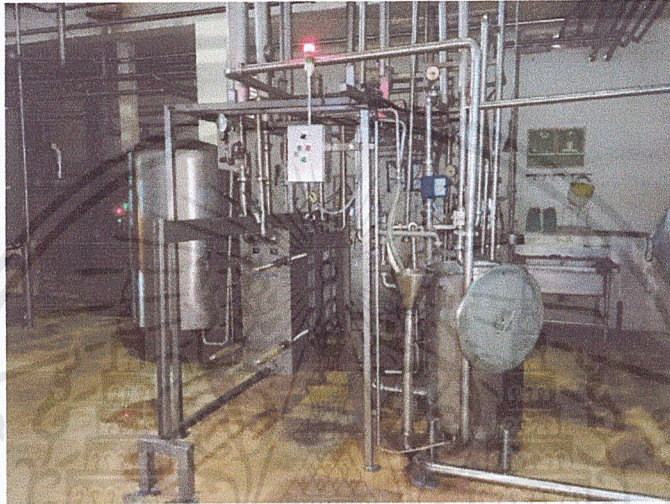
รูปที่ 2.9 สกรูลำเลียงกากมะพร้าว



รูปที่ 2.10 อ่างเก็บหัวกะทิ

2.1.2.2 กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์

เมื่อได้หัวกะทิเก็บในอ่างพักแล้ว จะถูกส่งผ่านชุดกรองเพื่อกรองเศษเนื้อมะพร้าวออกและส่งเข้าสู่ชุดพาสเจอร์ไรซ์ โดยใช้อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 70 °C เพื่อฆ่าเชื้อแบคทีเรียก่อโรค และทำการน็อคเชื้อด้วยน้ำเย็นอุณหภูมิต่ำกว่า 15 °C จากนั้นทำการเก็บรักษาในถังขนาด 10 ตัน ซึ่งมีการควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกิน 15 °C เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์



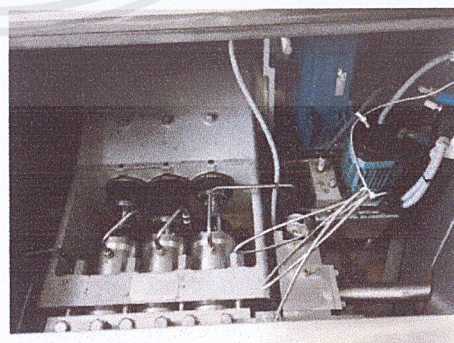
รูปที่ 2.11 ชุดพาสเจอร์ไรซ์

2.1.2.3 กระบวนการผสมหัวและหางกะทิ

เมื่อได้หัวกะทิที่เก็บรักษาในถังควบคุมอุณหภูมิแล้ว จะทำการส่งกะทิไปยังห้องยูเอชที เพื่อทำการเก็บในถังถึงบัพเพอร์หรือถังควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 15 °C และทำการใส่ส่วนผสมต่าง ๆ ซึ่งเป็นความลับทางการค้า และทำการ Homogenization เพื่อทำการอัดให้สารต่าง ๆ ในหางกะทิสามารถผสมเข้ากันได้ดีขึ้น จากนั้นจะนำหัวและหางกะทิมารวมกันเป็นน้ำกะทิที่ถึงผสม



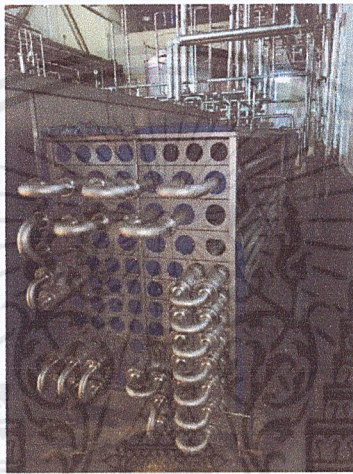
รูปที่ 2.12 เครื่อง Homoginizer



รูปที่ 2.13 ด้านในเครื่อง Homoginizer

2.1.2.4 กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยระบบยูเอชที

เมื่อได้น้ำกะทิแล้ว จะทำการส่งน้ำกะทิเพื่อเข้าสู่ชุดฆ่าเชื้อด้วยระบบยูเอชที (Shell & Tube) เพื่อทำการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยความร้อนสูงที่อุณหภูมิ 140 °C และมีการควบคุมระยะเวลาในฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วย Flow rate ต้องไม่มากกว่า 7,500 ลิตร/ชม มีการใช้ Homogenizer ในการบีบอัดทำให้น้ำกะทิเข้าเป็นเนื้อเดียวกันและป้องกันการแยกชั้นของน้ำกะทิ และทำการลดอุณหภูมิน้ำกะทิลงมาต่ำกว่า 35 °C จากนั้นทำการเก็บรักษาในถังปลอดเชื้อ โดยมีการควบคุมอากาศภายในถังปลอดเชื้อให้มากกว่าความดันอากาศภายนอก



รูปที่ 2.14 ชุดฆ่าเชื้อ UHT

2.1.2.5 กระบวนการบรรจุน้ำกะทิลงกล่อง

เมื่อได้น้ำกะทิที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วจะถูกส่งมายังห้องบรรจุ ซึ่งเครื่องบรรจุที่ใช้มี 2 แบบ คือ Tetra Pak และ Combibloc ขึ้นอยู่กับรูปแบบของกล่องที่ใช้ในการบรรจุ โดยเครื่องบรรจุทั้ง 2 แบบจะมีถึงขนาดเล็ก เพื่อทำการรับน้ำกะทิจากถังปลอดเชื้อมาเก็บและสามารถทำให้ป้อนน้ำกะทิลงกล่องได้อย่างต่อเนื่อง

เครื่องบรรจุแบบ Combibloc เริ่มต้นจากการนำแผ่น Sleeve หรือแผ่นกระดาษของบรรจุภัณฑ์มาเรียงกันลักษณะเป็นแถว จากนั้นจะถูกส่งเข้าไปภายในเครื่องบรรจุเพื่อทำการขึ้นรูปให้ความร้อนซีลกันกล่องให้ติดกัน ใช้ลมร้อน 200 °C เป่าเพื่อฆ่าเชื้อและกำจัดเศษฝุ่นที่อยู่ภายในกล่องและทำการบรรจุน้ำกะทิลงในกล่อง จากนั้นพ่นไอน้ำไล่อากาศภายในกล่องออกและทำการซีลปากกล่องปิดให้สนิท เมื่อไอน้ำภายในกล่องเย็นตัวลงจะควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำ ทำให้ภายในกล่องมีลักษณะเป็นสุญญากาศทำให้แบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโตไม่สามารถเจริญเติบโตได้ จากนั้นกล่องผลิตภัณฑ์จะถูกส่งผ่านสายพาน มีเซนเซอร์วัดน้ำหนักเพื่อตรวจสอบกล่องที่มีน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ พิมพ์วันหมดอายุลงบนกล่อง และส่งต่อไปเพื่อทำการแพ็คใส่ลังและส่งไปเก็บที่คลังสินค้ารอการจำหน่าย

เครื่องบรรจุแบบ Tetra Pak เริ่มต้นจากการนำแผ่น Sleeve หรือม้วนแผ่นกระดาษบรรจุภัณฑ์มาใส่ลงในเครื่องบรรจุ จากนั้นแผ่นกระดาษจะถูกส่งลำเลียงมาใช้ความร้อนซีลติดกันและแปะด้วยแผ่น Stip มีสีขาวซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่สัมผัสกับรอยซีลและป้องกันการรั่วของรอยซีล และส่งต่อมาทำการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 70 °C และจุ่มลงในน้ำยาฆ่าเชื้อ จากนั้นใช้ลมเป่าไล่น้ำยาฆ่าเชื้อให้แห้งและม้วนขึ้นรูปเป็นทรงกระบอกผ่านลูกกลิ้งและให้ความร้อนเชื่อมติดกัน และส่งต่อไปด้านล่างจะมีหัวบรรจุน้ำกะทิอยู่ด้านในทำการเติมน้ำกะทิลงในกล่องและจะมีแขน 2 ข้างทำการปิดหัวและท้าย จากนั้นทำการซีลรอยพับให้ขึ้นรูปเป็นลักษณะกล่อง กล่องผลิตภัณฑ์จะถูกส่งผ่านสายพานมีเซนเซอร์ตรวจจับน้ำหนักให้ได้ตามเกณฑ์ มีเครื่องพิมพ์วันหมดอายุ เครื่องตรวจจับการพิมพ์วันหมดอายุ เพื่อคัดแยกกล่องที่เสียออก และส่งต่อไปเพื่อทำการตีฝาและบรรจุใส่ลังเพื่อส่งไปยังคลังสินค้ารอการจำหน่าย



รูปที่ 2.15 เครื่องบรรจุ Combibloc

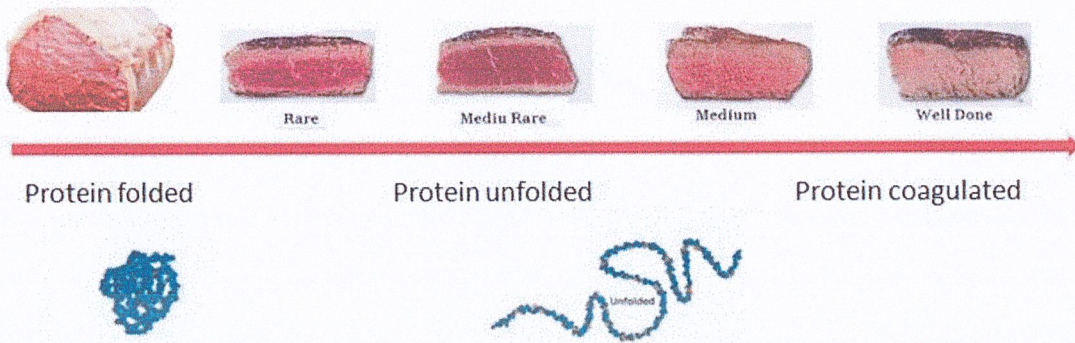


รูปที่ 2.16 เครื่องบรรจุ Tetra Pak

2.1.3 การสูญเสียสภาพของโปรตีน

โปรตีนเป็นสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งมีกรดอะมิโนเรียงตัวกันเป็นพอลิเมอร์สายยาว ซึ่งการสูญเสียสภาพของโปรตีนนั้นเกิดได้หลายสาเหตุ

2.1.3.1 การสูญเสียสภาพด้วยความร้อน โดยอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้พันธะไฮโดรเจนระหว่างสายพอลิเพปไทด์ถูกทำลาย โครงสร้างของโปรตีนก็จะถูกทำลาย หากได้รับอุณหภูมิที่ไม่สูงมาก การเปลี่ยนแปลงสภาพของโปรตีนอาจผันกลับคืนได้ แต่หากได้รับอุณหภูมิที่สูงจะทำให้การเปลี่ยนแปลงสภาพของโปรตีนไม่สามารถผันกลับได้ ยกตัวอย่างการสูญเสียสภาพของโปรตีนด้วยความร้อน เช่น การใช้ความร้อนอย่างเนื้อให้สุก หรือการถูกน้ำร้อนลวกทำให้เกิดเป็นแผลไหม้พุพอง เป็นต้น



รูปที่ 2.17 การสูญเสียสภาพของโปรตีนด้วยความร้อน

2.1.3.2 การสูญเสียสภาพด้วยการปรับ pH การปรับค่า pH ของโปรตีนด้วยกรดจะทำให้ค่า pH ลดลงจนมีค่า pH เท่ากับจุดไอโซอิเล็กทริก จะทำให้ประจุรวมของโปรตีนเป็นศูนย์ แรงผลักรัศมีระหว่างประจุที่เหมือนกันจะลดลง ประจุบวกและลบที่มีอยู่เท่า ๆ กัน ณ จุดนี้จะดูดกัน มีผลให้โปรตีนเกิดการตกตะกอน ยกตัวอย่างการสูญเสียสภาพของโปรตีนด้วยการปรับ pH เช่น การเติมสารละลายกรดแอสซิติค หรือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในนมหรือไข่ขาวดิบ จะเกิดการจับตัวเป็นก้อนและตกตะกอน



รูปที่ 2.18 การสูญเสียสภาพของไข่ด้วยการปรับ pH

2.1.3.3 การสูญเสียสภาพด้วยแรงกล ทำให้พันธะภายในระหว่างโมเลกุลของสายพอลิเพปไทด์ถูกทำลายด้วยแรงทางกล เช่น การตีป่นไข่ขาว การทำให้เกิดฟองในน้ำมันเพื่อชงกาแฟลาเต้ การทำให้เกิดการแข็งตัว เช่น การใช้แรงดันสูงทำให้ไข่ขาวแข็งตัวได้เช่นเดียวกับการใช้ความร้อน

2.1.3.4 การสูญเสียธรรมชาติด้วยโลหะหนัก โลหะหนักซึ่งหมายถึง โลหะที่มีความหนาแน่นมากกว่า 5 กรัม/ ลบ.ซม. เช่น ตะกั่ว (Pb) แคดเมียม (Cd) และปรอท (Hg) ทำให้โปรตีนสูญเสียสภาพธรรมชาติได้ โดยโลหะจะไปการรวมกับโปรตีน ทำลายพันธะระหว่างโปรตีนกับโปรตีนหรือโปรตีนกับน้ำ มีผลให้โปรตีน ตกตะกอน

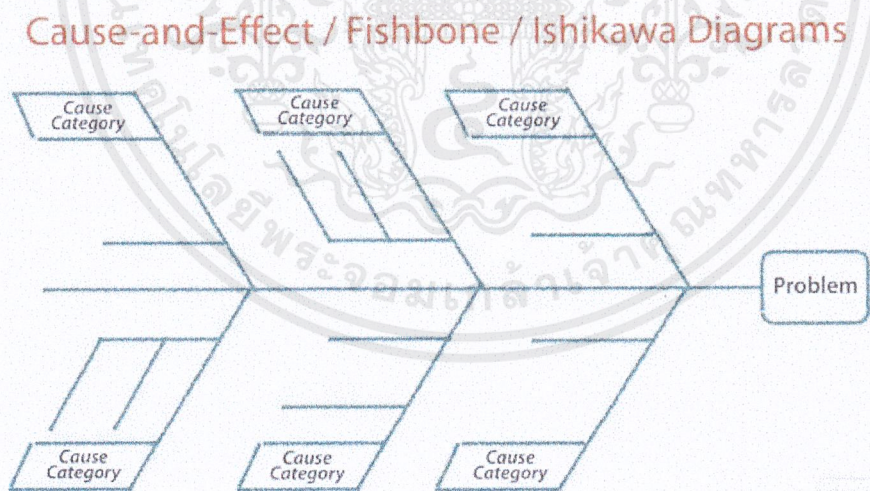
2.1.4 ถังบำบัด

ถังบำบัด คือถังสำรองที่ใช้ในการเก็บผลิตภัณฑ์ ติดตั้งร่วมกับระบบทำความเย็นที่สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในถังได้ โดยผลิตภัณฑ์จะเก็บรักษาอยู่ด้านใน และมีน้ำเย็นไหลอยู่ก้นถังที่ด้านนอกของถังเพื่อหล่อเย็น ทำให้สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิต่ำได้และป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์

2.1.5 ถังผสม

ถังผสม หมายถึงถังที่ใช้สำหรับการผสมอาหาร ภายในถังติดตั้งใบกวนในถังผสม เป็นอุปกรณ์แปรรูปอาหารที่ใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น น้ำกะทิ น้่านม และผลิตภัณฑ์นม น้ำผลไม้ เครื่องดื่มซอส เพื่อการผสมให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

2.1.6 แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram)



รูปที่ 2.19 แผนผังแสดงเหตุและผล

แผนผังสาเหตุและผลเป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) เราอาจคุ้นเคยกับแผนผังสาเหตุและผล ในชื่อของ “ผัง

ก้างปลา (Fish Bone Diagram) ” เนื่องจากหน้าตาแผนภูมิมีลักษณะคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้าง หรือหลายๆ คนอาจรู้จักในชื่อของแผนผังอิชิกาวา (Ishikawa Diagram) ซึ่งได้รับการพัฒนาครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1943 โดยศาสตราจารย์คาโอรุ อิชิกาวา แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว

2.1.6.1 ความหมายของแผนผังสาเหตุและผล

สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งญี่ปุ่น (JIS) ได้นิยามความหมายของผังก้างปลาว่า “เป็นแผนผังที่ใช้แสดงความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่างสาเหตุหลายๆ สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาหนึ่งปัญหา”

2.1.6.2 แผนผังสาเหตุและผลจะถูกนำมาใช้ในกรณีใดบ้าง

- 1) เมื่อต้องการค้นหาสาเหตุแห่งปัญหาว่าเกิดจากอะไร
- 2) เมื่อต้องการทำการศึกษา ทำความเข้าใจ หรือทำความรู้จักกับกระบวนการอื่น ๆ เพราะว่าโดยส่วนใหญ่พนักงานจะรู้ปัญหาเฉพาะในพื้นที่ของตนเท่านั้น แต่เมื่อมีการ ทำผังก้างปลาแล้ว จะทำให้เราสามารถรู้กระบวนการของแผนกอื่นได้ง่ายขึ้น
- 3) เมื่อต้องการให้เป็นแนวทางในการระดมสมอง ซึ่งจะช่วยให้ทุก ๆ คนให้ความสนใจในปัญหาของกลุ่มซึ่งแสดงไว้ที่หัวปลา

2.1.6.3 วิธีการสร้างแผนผังสาเหตุและผลหรือผังก้างปลา

สิ่งสำคัญในการสร้างแผนผัง คือ ต้องทำเป็นทีม เป็นกลุ่ม โดยใช้ขั้นตอน 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลา
- 2) กำหนดกลุ่มปัจจัยที่จะทำให้เกิดปัญหานั้น ๆ
- 3) ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย
- 4) หาสาเหตุหลักของปัญหา

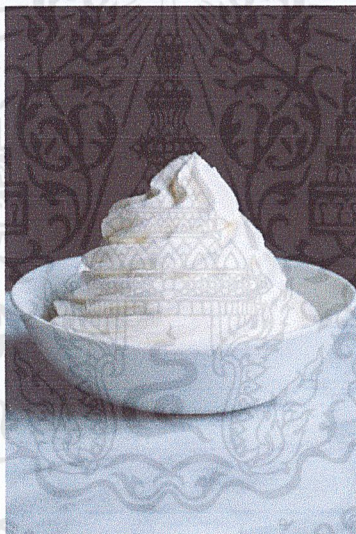
5) จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ

6) ใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น

2.1.7 วิปครีม

วิปครีม (whipped cream) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการตีครีมให้ขึ้นฟู ด้วยเครื่องตีหรือส้อม เพื่อให้เกิดโฟมกักอากาศไว้ภายในและมีปริมาณเพิ่มขึ้น

ครีมที่ใช้ทำวิปครีม อาจเป็นครีมจากน้ำนม หรือจากไขมันพืช เช่น มะพร้าว ครีมนมที่ใช้ต้องควบคุมปริมาณไขมันนม เพื่อให้ปริมาณครีมมากที่สุดขณะอัดอากาศ ปริมาตรของครีมฟู (หรือโฟม) ที่ดีที่สุดเมื่อไขมันอยู่ระหว่างร้อยละ 38-40 โดยการแช่ครีมที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนนำมาใช้



รูปที่ 2.20 วิปครีม

2.1.7.1 การใช้ประโยชน์

วิปครีมสามารถนำมาใช้ได้ในครีวเรเนียนและในอุตสาหกรรมผลิตไส้ขนมอบ และเครื่องแต่งหน้าขนม (topping) ในประเทศไทยกำหนดให้วิปครีมมีไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 28 ซึ่งมีมาตรฐานคล้ายกับ light whipping cream ในสหรัฐอเมริกา ซึ่งปริมาณไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 แต่ไม่เกินกว่าร้อยละ 36

2.1.8 โฟม

เป็นระบบที่ประกอบด้วยฟองอากาศหรือแก๊สกระจายตัวอยู่ในของแข็งหรือของเหลวที่มีความหนืดสูง เช่น ไอศกรีม วิปซิงครีม การทำให้เกิดฟอง ทำได้โดยการใช้เครื่องตีปั่น หรือโดยการเป่าอากาศเข้าไปในของเหลว โฟมเป็นฟองอากาศขนาดเล็กที่แขวนลอยอยู่ในของเหลว หรือของแข็ง โดยมีฟิล์มบาง ๆ ล้อมรอบอากาศไว้ เกิดจากการตี หรือปั่น (beating or whipping) อย่างรุนแรง การเกิดโฟมเป็นสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีน (functional properties of protein) เช่น ไข่ขาว เคซีน โปรตีนจากถั่วเหลือง (soy protein) โปรตีนที่จะเกิดโฟมได้ดีและคงตัว ต้องมีความยืดหยุ่นสูง และสามารถเกิดเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ และแข็งแรงที่สามารถกักเก็บอากาศได้ โปรตีนที่มีความยืดหยุ่นที่สามารถเกิดโฟมได้ดีต้องมีค่า surface hydrophobicity สูง ๆ ซึ่งในระหว่างการตีหรือการทำให้เกิดโฟม เช่น โปรตีนในไข่ขาว น้ำมัน เป็นสารที่ทำให้เกิดโฟม (foaming agent) แรงกลจากการตี หรือ ปั่นอย่างรุนแรง ทำให้พันธะระหว่างโมเลกุลของโปรตีนเกิดการเสียสภาพทางธรรมชาติ (protein denaturation) เกิดการคลายตัว (unfolding) ของโครงสร้างโปรตีน เกิดเป็นฟิล์มและจับกับน้ำซึ่งอยู่รอบ ๆ ได้ หนึ่งด้านที่เป็น hydrophobic ที่อยู่ด้านในโครงสร้างออกมาด้านนอก ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้เกิดโครงสร้างของโฟม โดยเกิดเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ ที่สามารถกักเก็บอากาศไว้ได้

2.1.9 ใบพัดกวน

ใบพัด เป็นสิ่งที่ติดอยู่บนเพลลาหมุน สำหรับขับเคลื่อนของไหล เช่น พัดลม บีม เพื่อทำให้ของเหลว หรืออากาศ เกิดการเคลื่อนที่ในแนวแกน ซึ่งใบพัดที่ติดตั้งภายในถังผสมของเหลวเรียกว่า ใบพัดกวน



รูปที่ 2.21 ใบพัดกวน

2.1.10 การออกแบบใบพัดกวนในถังบัพเฟอร์และถังผสม

ใบพัดกวนที่ติดตั้งในถังบัพเฟอร์และถังผสม มีความสำคัญต่อการผลิตเป็นอย่างมาก ประโยชน์ของใบพัดกวนหลัก ๆ คือการตีไม่ให้น้ำกะทิจเกิดการแยกชั้นและตีเพื่อผสมหัวกับหางกะทิจเข้ากันได้ดี ซึ่งในการออกแบบใบพัดกวนของถังแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกัน

2.1.10.1 การออกแบบใบพัดกวนในถังบัพเฟอร์ ถังบัพเฟอร์ใช้ในการเก็บรักษาหัวกะทิจเพื่อรอทำการผสมกับหางกะทิจ การออกแบบใบพัดกวนจึงใช้เพียงแค่ตีไม่ให้กะทิจเกิดการแยกชั้นของน้ำมัน จึงใช้ความเร็วรอบที่ต่ำ ขนาดใหญ่ และหมุนในแนวราบ

2.1.10.2 การออกแบบใบพัดกวนในถังผสม ถังผสมใช้ในการผสมหัวกับหางกะทิจให้เข้ากันได้ดี ในการออกแบบใบพัดกวนจึงต้องใช้ใบพัดความเร็วรอบที่สูง ขนาดเล็กกว่าในถังบัพเฟอร์และหมุนวนทำมุมกัน เพื่อให้ส่วนผสมต่าง ๆ สามารถเข้ากันได้ดี

2.1.11 ระบบพาสเจอร์ไรซ์

การพาสเจอร์ไรซ์ เป็นวิธีการถนอมอาหารโดยการใช้ความร้อน มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อทำลายจุลินทรีย์ก่อโรค รวมทั้งจุลินทรีย์และเอนไซม์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร ทำให้อาหารปลอดภัยต่อการบริโภค เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรซ์ต้องเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคที่ทนต่อความร้อนให้ปลอดภัยต่อการบริโภคในระยะเวลาการเก็บรักษาที่กำหนด ตัวอย่างเช่น อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้เพื่อการพาสเจอร์ไรซ์น้ำนมระบบ คือ 62.8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที สามารถทำลายจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ *Mycobacterium tuberculosis* ซึ่งทำให้เกิดวัณโรค และ *Coxiella burnetti* ซึ่งทำให้เกิดโรค Q fever นอกจากนี้ความร้อนยังเพียงพอที่จะทำลาย ยีสต์ (yeast) รา (mold) แบคทีเรียแกรมลบ และแบคทีเรียแกรมบวกหลายชนิด แต่มีจุลินทรีย์ 2 กลุ่มที่อาจจะมีชีวิตรอดจากการทำลายด้วยการพาสเจอร์ไรซ์คือ จุลินทรีย์ที่ทนต่อความร้อน และจุลินทรีย์ที่ชอบเจริญเติบโตที่อุณหภูมิ จึงต้องเก็บรักษาอาหารที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์แล้วไว้ที่อุณหภูมิต่ำ หรือหากต้องการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ต้องใช้วิธีการถนอมอาหารอื่นร่วมด้วย เช่น การลดวอเตอร์แอกทิวิตี (water activity, aw) การใช้น้ำตาล เกลือ ความเข้มข้นสูง การปรับให้เป็นกรด (acidification) การใช้สารกันเสีย (preservative) เป็นต้น

2.1.11.1 กรรมวิธีการพาสเจอร์ไรซ์

การพาสเจอร์ไรซ์อาหารที่ใช้โดยทั่วไปจะใช้ความร้อน จึงจัดเป็นการแปรรูปด้วยความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส แต่อาจจะใช้กระบวนการอื่นเพื่อการพาสเจอร์ไรซ์ได้ เช่น การฉายรังสี (irradiation) การใช้ความดันสูง (high pressure) การให้ความร้อนวิธีโอมห์มิก (Ohmic heating) เป็นต้น

2.1.11.2 ประเภทของการพาสเจอร์ไรซ์

การพาสเจอร์ไรซ์อาหารสามารถแบ่งตามวิธีการผลิตได้ ดังนี้

2.1.11.2.1 การพาสเจอร์ไรซ์อาหารในภาชนะปิดผนึกสนิท

เป็นการพาสเจอร์ไรซ์โดยบรรจุอาหารที่ต้องการพาสเจอร์ไรซ์ลงในบรรจุภัณฑ์ที่ปิดผนึกสนิท เช่น กระป๋อง ขวดแก้ว หรือบรรจุภัณฑ์อ่อนตัวที่ทนความร้อน เช่น ถุง ถ้วยพลาสติก แล้วฆ่าเชื้อในเครื่องฆ่าเชื้อ อ่างน้ำร้อน ความร้อนจะแพร่จากผิวบรรจุภัณฑ์สู่ผิวด้านนอกของอาหารเข้าสู่ภายใน โดยให้อุณหภูมิและเวลาที่จุดร้อนช้าที่สุดของอาหารได้รับความร้อนเพียงพอสำหรับการพาสเจอร์ไรซ์

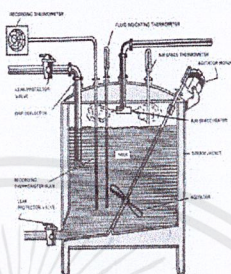
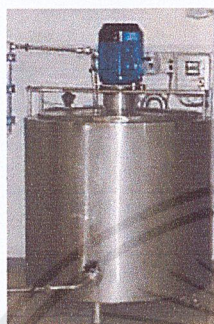


รูปที่ 2.22 In-container Pasteurization

2.1.11.2.2 การพาสเจอร์ไรซ์ก่อนการบรรจุ

ใช้ในการพาสเจอร์ไรซ์ ผลิตภัณฑ์อาหารเหลว เช่น นม (milk) เบียร์ (beer) ไอศกรีมมิกซ์ (ice cream mixed) น้ำผลไม้ แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

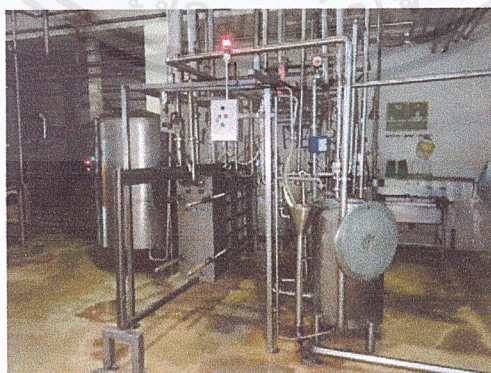
- 1) การพาสเจอร์ไรซ์แบบต้มในหม้อต้ม (batch pasteurizer) อาจเรียกว่า vat pasteurization ซึ่งให้ความร้อนแก่อาหารจนได้อุณหภูมิและเวลาตามที่ต้องการ ซึ่งการพาสเจอร์ไรซ์วิธีนี้ ให้ความร้อนจะถ่ายเทอย่างช้า เป็น low temperature long time (LTLT) Proecess เมื่อครบกำหนดเวลาจึงถ่ายอาหารเหลวขณะร้อนออกมาบรรจุใส่ในบรรจุภัณฑ์



ที่มา : <http://www.tpub.com/content/armymedical/md0715/md07150020.htm>

รูปที่ 2.23 Batch Pasteurizer

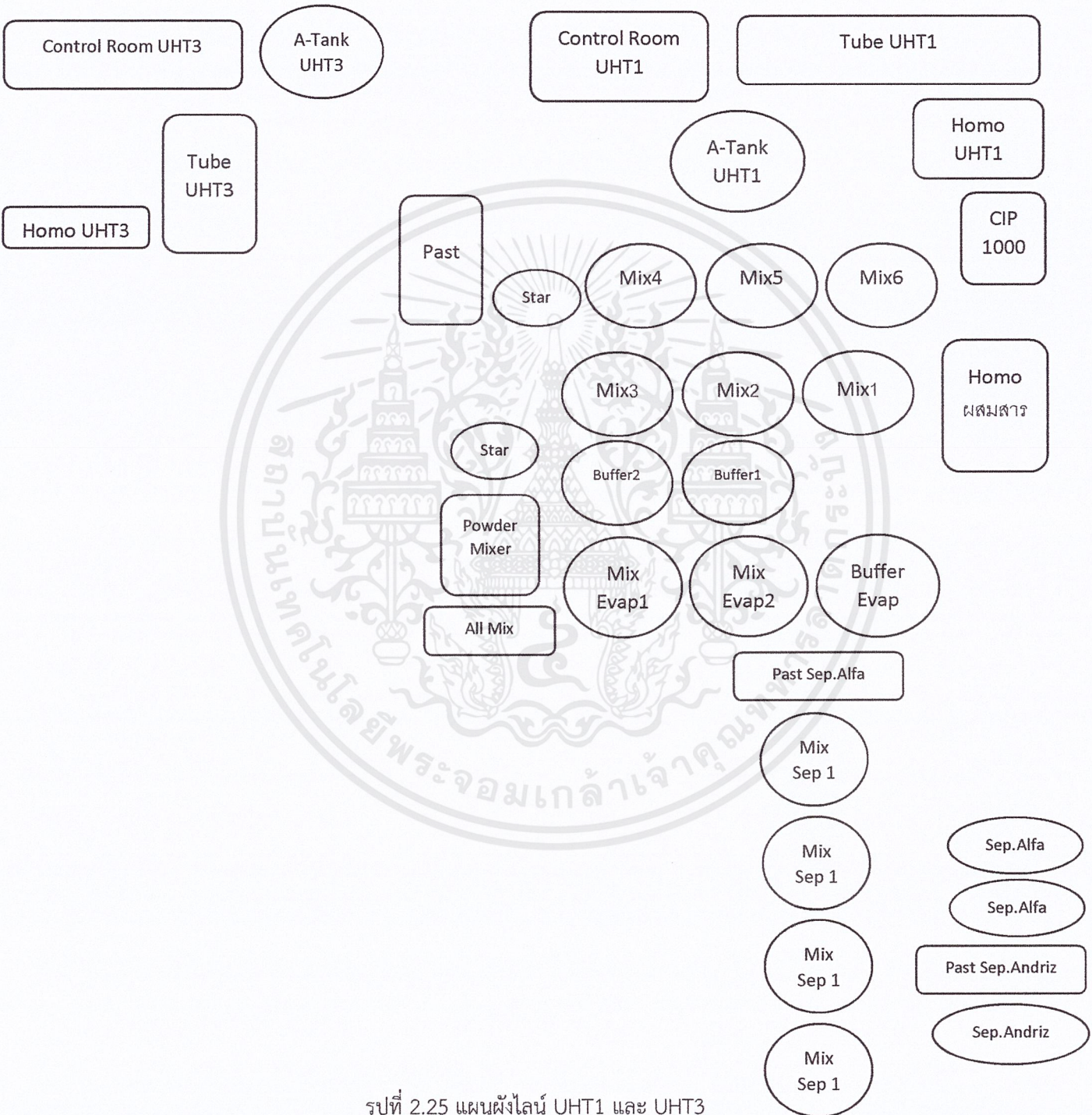
- 2) การพาสเจอร์ไรซ์แบบต่อเนื่องในท่อ (in-line pasteurization) คือการพาสเจอร์ไรซ์ โดยที่อาหารไหลอยู่ในท่อ (in-line) อย่างต่อเนื่อง ด้วยระบบ Aseptic processing มีขั้นตอนหลัก คือ การทำให้อุณหภูมิของอาหารสูงขึ้นจนถึงอุณหภูมิที่ต้องการฆ่าเชื้อระดับพาสเจอร์ไรซ์ด้วยอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (heat exchanger) แล้วคงอุณหภูมิไว้ในท่อคงอุณหภูมิ (holding tube) ระยะเวลาหนึ่ง แล้วจึงทำให้เย็นลง การพาสเจอร์ไรซ์ด้วยระบบ in-line pasteurization เป็นการพาสเจอร์ไรซ์แบบใช้อุณหภูมิสูงระยะเวลาสั้น (high-temperature short-time (HTST) เพื่อรักษาคุณภาพอาหารอาหารที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์แล้วอาจนำมาบรรจุแบบปลอดเชื้อ (aseptic packaging) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (cold storage) หรืออาจนำไปแปรรูปในกระบวนการต่อไป เช่น นำนมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ นำไปแปรรูปต่อเป็น นมผง นมข้นไม่หวาน โยเกิร์ต ไอศกรีม เนยแข็ง เป็นต้น



รูปที่ 2.24 In-line Pasteurization

2.1.12 แผนผังไลน์การผลิต UHT1 และ UHT3

แผนผังไลน์การผลิต UHT1 และ UHT3 มีดังนี้

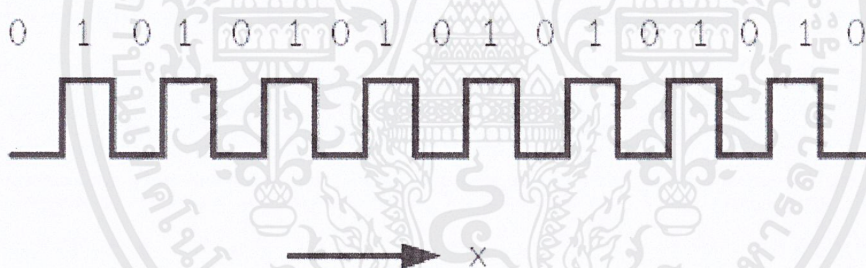


รูปที่ 2.25 แผนผังไลน์ UHT1 และ UHT3

ไลน์การผลิต UHT1 และ UHT3 ของโรงงานอำพลฟู้ดส์ โพรเซสซิง จำกัด มีผลิตภัณฑ์หลายชนิด ได้แก่ กะทิสูตรปกติ(F1) กะทิสูตรHueschen แงงเขียวหวาน แงงเผ็ดแดง แงงกะหรี แงงพะแนง แงงมัสมั่น แงงเลียง แงงป่า กะทิสูตรCreamer เครื่องดื่มกะทิผสมน้ำมะพร้าว เครื่องดื่มกะทิผสมน้ำมะพร้าวรสช็อคโกแลต Pro-fit V-fitยาคู V-fitข้าวกล้อง น้ำมะพร้าวสูตรเติมน้ำตาล น้ำมะพร้าวสูตรไม่เติมน้ำตาล น้ำมะพร้าวสูตรผสมน้ำผลไม้ น้ำมะพร้าวC₂O แงงส้ม ต้มยำน้ำขุ่น ต้มยำน้ำใส ต้มซ่า เป็นต้น

2.1.13 เครื่องวัดความเร็วรอบ (Tachometer)

อุปกรณ์เข้ารหัสชนิดวัดความเร็ว (tachometer) เป็นทรานสดิวเซอร์ที่ให้สัญญาณดิจิทัลในรูปแบบของไบนารี ที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งและระยะทาง โดยการเข้ารหัสของทรานสดิวเซอร์ชนิดนี้แสดงดังรูปที่ 1 ลักษณะเป็นสัญญาณเอาต์พุตเดี่ยว (single output signal) ซึ่งแต่ละพัลส์ (pulse) ของสัญญาณเอาต์พุตที่เกิดขึ้นแสดงถึงตำแหน่งหรือระยะทางที่เกิดการเปลี่ยนแปลง โดยพัลส์ที่เกิดขึ้นนี้สามารถใช้วงจรนับแบบดิจิทัล (digital counter) ในการตรวจจับสัญญาณและแปลงให้อยู่ในรูปแบบของตำแหน่งระยะทางหรือความเร็วในหน่วยที่ต้องการได้



รูปที่ 2.26 การตรวจจับสัญญาณแบบดิจิทัล

อุปกรณ์เข้ารหัสชนิดนี้ มีรูปแบบโครงสร้างที่ง่ายถ้าการเคลื่อนที่เป็นไปในทิศทางเดียว ในกรณีที่มีการเคลื่อนที่ในทิศทางย้อนกลับด้วย อาจส่งผลต่อการตรวจจับพัลส์และทำให้เกิดความผิดพลาด (error) ในการวัดขึ้น เหมาะสำหรับนำมาใช้วัดความเร็วมากกว่าการวัดระยะทางหรือระยะกระจัด ตัวอย่างการใช้งาน เช่น การวัดความเร็วรอบของเพลลา เป็นต้น



รูปที่ 2.27 เครื่องวัดความเร็วรอบแบบ Tachometer

2.13.1 ประเภทของ Tachometer

Analog Tachometer ประกอบไปด้วยเข็มและหน้าปัดสำหรับอ่านค่า ไม่สามารถคำนวณค่าหรือบันทึกค่าได้ โดยค่าความเร็วรอบถูกแปลงเป็นค่าแรงดันไฟฟ้าและแสดงค่าบนหน้าปัดแสดงผล

Digital Tachometer ประกอบไปด้วยหน้าจอ LCD หรือ LED และหน่วยความจำสำหรับบันทึกค่า สามารถคำนวณค่าทางสถิติได้เหมาะสำหรับงานที่ต้องใช้ความละเอียดในการวัด และปัจจุบันได้มีใช้กันมากกว่าแบบ Analog Tachometer

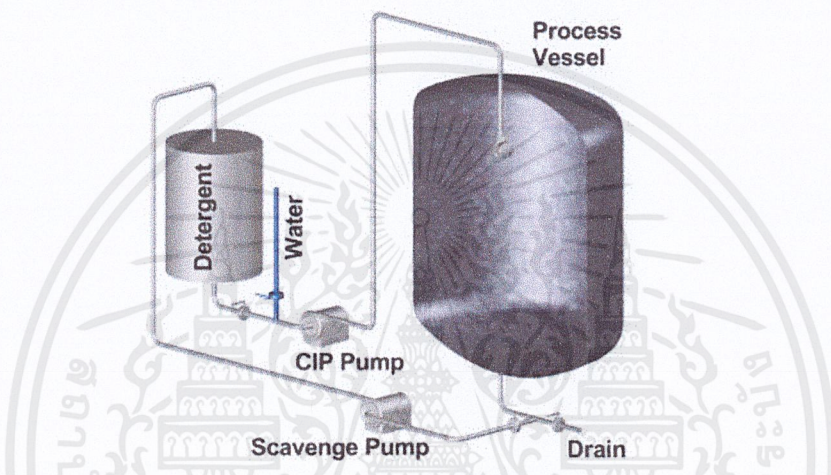
Contact และ Non-Contact Tachometer หรือแบบสัมผัสจะใช้งานโดยการต่อเข้ากับเพลลาของเครื่องจักรโดยตรง ส่วนแบบ Non-Contact วัดค่าความเร็วรอบโดยปล่อยสัญญาณออกไปและนับจำนวนพัลส์เพื่อคำนวณความเร็วรอบต่อไป

Time and Frequency Measuring Tachometer เป็นการวัดจำนวนพัลส์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น ๆ และนำมาคำนวณค่าความเร็วรอบ วิธีนี้ส่วนใหญ่จะใช้ในการวัดความเร็วรอบต่ำ ๆ ส่วนแบบ Frequency Measuring เป็นการคำนวณค่าเป็นความถี่จากพัลส์ที่เข้ามา ซึ่งวิธีนี้จะใช้วัดความเร็วรอบที่สูง ๆ

2.1.14 กระบวนการ CIP / SIP

CIP (Cleaning in Place) เป็นกระบวนการทำความสะอาดโดยไม่ต้องถอดชิ้นส่วน และ SIP (Sterilization in Place) คือ การฆ่าเชื้อโดยไม่ต้องถอดท่อ เป็นระบบที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมที่สุขอนามัยเป็นสิ่งสำคัญ และต้องไม่มีการปนเปื้อนใด ๆ เช่น อุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่ม ฯลฯ ซึ่งสายการผลิตทั้งหมดสามารถทำความสะอาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายอีกด้วย ในกระบวนการ CIP/SIP นี้จะมีการตรวจสอบและควบคุมค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้

- 1) การไหล (Flow) (ความเร็ว : velocity) หน่วย ลิตร/ชั่วโมง
- 2) อุณหภูมิ (Temperature) หน่วย องศาเซลเซียส
- 3) ความดัน (Pressure) หน่วย bar หรือ KPa
- 4) เวลา (Time) หน่วย วินาที, นาที, ชั่วโมง
- 5) ความถี่ในการทำความสะอาด (Cleaning frequency) ครั้ง/ชั่วโมง



รูปที่ 2.28 ชุดทำความสะอาด CIP

การไหลมีความสำคัญในกระบวนการเป็นอย่างมาก เนื่องจากในขั้นตอนการทำความสะอาดในทางอุตสาหกรรมอาหาร ยา เครื่องดื่ม หากในระหว่างการทำความสะอาดนั้น ไม่มีการไหลของน้ำหรือน้ำยาที่ใช้ในการล้างท่อการผลิต อาจจะทำให้เกิดความเสียหาย และเกิดสิ่งสกปรกตกค้างอีกด้วย

ดังนั้น การที่จะทราบว่ามีการไหลหรือไม่ไหลภายในกระบวนการนั้น จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่สามารถทำให้ทราบพฤติกรรมในส่วนที่คุณ ไม่สามารถมองเห็นได้ ซึ่งอุปกรณ์ตัวนั้นก็คือ เซนเซอร์วัดการไหลแบบอิเล็กทรอนิกส์

2.1.14.1 เซนเซอร์วัดการไหลแบบอิเล็กทรอนิกส์

เซนเซอร์วัดการไหลแบบอิเล็กทรอนิกส์นับว่าเป็นที่นิยมในอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก นำไปใช้กับงานที่ไม่สามารถใช้เซนเซอร์แบบ แมคคานิกส์หรือแบบใบพายได้ ในงานที่มีแรงดันสูง มีอัตราการไหลสูง หรืองานที่ทำให้เกิดความเสียหายกับเซนเซอร์แบบใบพายได้

เซนเซอร์วัดการไหลแบบอิเล็กทรอนิกส์ ทำงานโดยใช้หลักการถ่ายเทความร้อน โดยที่ส่วนปลายของเซนเซอร์จะสร้างความร้อนต่ำ ขึ้นมาเทียบกับอุณหภูมิของตัวกลางที่เป็นของเหลว เมื่อมีของเหลวเริ่มไหลผ่านเซนเซอร์ ของเหลวจะพาเอาความร้อนที่ปลาย เซนเซอร์ออกไป อุณหภูมิของปลายเซนเซอร์จะลดลงโดยสัมพันธ์กันกับการไหลของของเหลวที่เพิ่มขึ้น เซนเซอร์จึงรับรู้การไหล ของของเหลวได้จากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิดังกล่าว



รูปที่ 2.29 เครื่องวัดอัตราการไหลแบบอิเล็กทรอนิกส์

จากหลักการดังกล่าวทำให้โครงสร้างของเซนเซอร์วัดการไหลแบบอิเล็กทรอนิกส์มีความแข็งแรง เพราะไม่ต้องมีชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหว ไม่มีการสึกหรอ จึงมีอายุการใช้งานยาวนาน และสามารถใช้งานบางอย่างที่สวิตซ์การไหลแบบใบพายใช้ไม่ได้ เช่น ใช้กับของเหลวที่มีความหนืดสูง มีความดันสูง เป็นต้น นอกจากนี้ด้วยโครงสร้างของเซนเซอร์ที่เรียบง่าย ทำให้สามารถนำไปใช้กับอุตสาหกรรมอาหาร และยาที่ไม่ต้องการให้อาหารเข้าไปติดอยู่ในตัวของเซนเซอร์ได้

เซนเซอร์วัดการไหลแบบอิเล็กทรอนิกส์ นั้นมีทั้งแบบที่มีเซนเซอร์กับตัวแอมพลิฟายเออร์รวมอยู่ในตัวเดียวกันและแบบแยกออกจากกัน ซึ่งข้อดีของการใช้เซนเซอร์วัดการไหลแบบแยกโพรบ คือ

- 1) เซนเซอร์โพรบมีรูปร่างกระทัดรัด สามารถติดตั้งในพื้นที่จำกัดได้ดี
- 2) ปรับตั้งค่าและดูสถานะการทำงานได้ง่าย ผู้ใช้งานสามารถปรับตั้งค่าหรือดูสถานะการทำงานได้ที่ตัวแอมพลิฟายเออร์ที่เชื่อมต่อ ออกมาที่ตู้คอนโทรลได้อย่างสะดวก

3) ปลดล๊อคข้อจำกัดในการใช้งานของแบบรวมแอมพลิฟายเออร์ เพราะแบบแยกโพรบจะทนอุณหภูมิได้สูงกว่า มีรุ่นที่ทนอุณหภูมิ ได้สูงถึง 160 °C และทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดีกว่าจึงเหมาะกับการติดตั้งบนท่อที่สั่น อันเนื่องมาจากการทำงานของปั๊ม หรือเครื่องจักร ได้เป็นอย่างดี

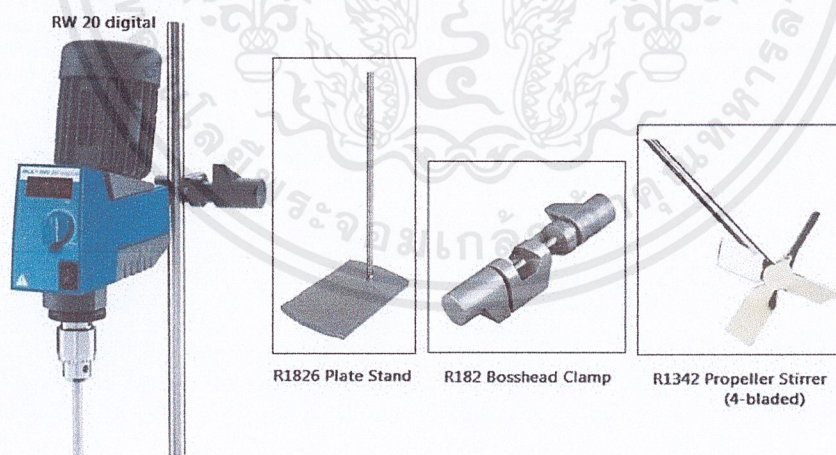
4) สะดวก ประหยัดในกรณีที่เกิดการเสียหาย หรือชำรุด สามารถเปลี่ยนเพียงตัวที่เสียหายได้

2.1.15 เครื่องปั่นผสมสาร (Overhead Stirrers)

เป็นเครื่องกวนผสมสารละลายแบบใช้มอเตอร์หมุนใบพัด ใช้ในการผสมสารต่าง ๆ ให้เข้ากันหรือตีปั่นของเหลว สามารถใช้กับของเหลวที่มีความหนืดได้โดยปรับเปลี่ยนลักษณะของใบพัดได้ตามความเหมาะสม แสดงความเร็วรอบเป็นแบบดิจิทัลและสามารถปรับความเร็วได้ 2 ช่วง ดังนี้

ช่วง 1 สามารถหมุนปรับความเร็วรอบตั้งแต่ 60-500 รอบต่อนาที

ช่วง 2 สามารถหมุนปรับความเร็วรอบได้ตั้งแต่ 240-2000 รอบ ต่อนาที



รูปที่ 2.30 เครื่องปั่นผสมสาร (Overhead Stirrers)

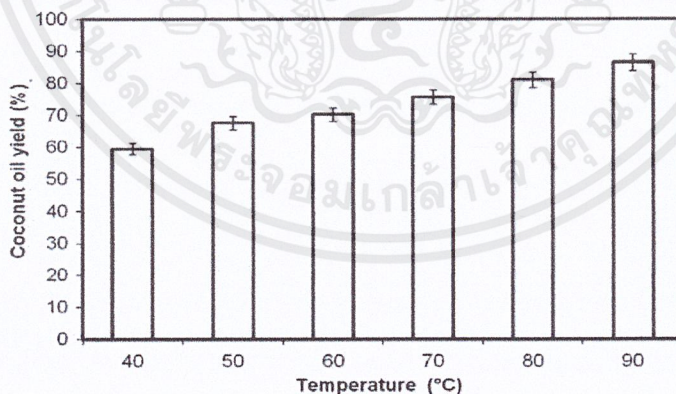
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 งานวิจัยศึกษาการแยกชั้นของน้ำมันในน้ำกะทิ

เป็นการศึกษากระบวนการต่าง ๆ ในการทำให้โปรตีนสูญเสียสภาพ และเกิดการแยกชั้นของน้ำมัน เพื่อให้สามารถแยกน้ำมันออกจากน้ำกะทิด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงได้ปริมาณมากที่สุด โดยกระบวนการที่นำมาใช้ มีหลายรูปแบบคือ การใช้ความร้อน การปรับ pH การแช่เย็น การเติมเอนไซม์ และการนำแต่ละกระบวนการมา ผสมผสานใช้ด้วยกัน จากนั้นนำปริมาณน้ำมันที่แยกออกมาได้มาหาค่าอัตราส่วนเทียบกับปริมาณน้ำมันที่มีอยู่จริงในน้ำกะทิ ซึ่งได้ข้อสรุปจากผลการทดลองดังนี้

1) การใช้ความร้อน

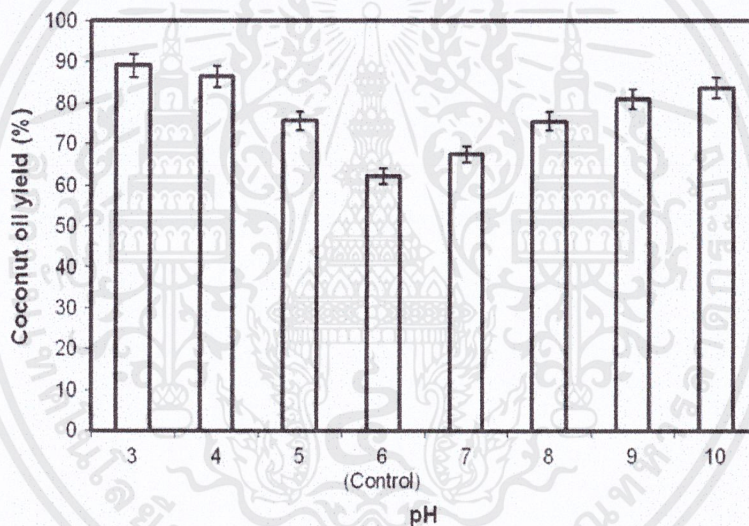
โดยการนำน้ำกะทิไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 40, 50, 60, 70, 80, 90 °C เป็นเวลา 20 นาทีเพื่อทำให้เกิดการแยกชั้นของน้ำมัน จากนั้นนำมาหมุนเหวี่ยงที่ 3,885 g เป็นเวลา 10 นาที เพื่อแยกหัวกะทิกับหางกะทิ ออกจากกัน แล้วนำหัวกะทิที่มีลักษณะเป็นครีมมาหมุนเหวี่ยงที่ 4,880 g เป็นเวลา 15 นาทีเพื่อแยกน้ำมัน ออกมา พบว่าการใช้ความร้อนในปริมาณมากขึ้น จะสามารถทำให้น้ำมันเกิดการแยกชั้นและหมุนเหวี่ยงแยก น้ำมันได้ปริมาณมากขึ้น ซึ่งการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 °C สามารถแยกน้ำมันออกมาได้ปริมาณ 86% ซึ่งมากที่สุด



รูปที่ 2.31 กราฟความสัมพันธ์อุณหภูมิการให้ความร้อนและปริมาณน้ำมันที่เหวี่ยงแยกได้

2) การปรับ pH

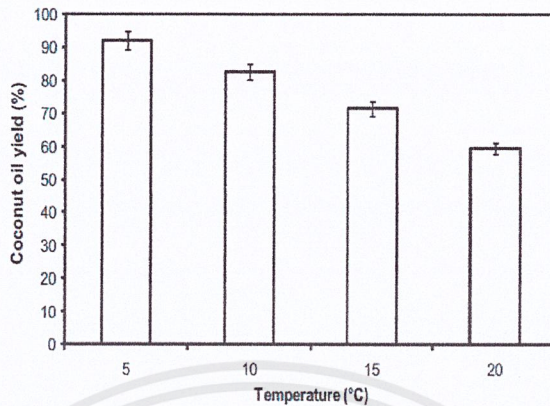
โดยปกติแล้ว น้ำกะทิตามธรรมชาติเมื่อคั้นออกมาแล้วจะมี pH = 6 ซึ่งการทดลองนำน้ำกะทิมาปรับ pH อยู่ที่ 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 โดยการเติมกรดไฮโดรคลอริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.1 N เพื่อทำให้เกิดการแยกชั้นของน้ำมัน จากนั้นนำมาหมუნเหวียงที่ 3,885 g เป็นเวลา 10 นาที เพื่อแยกหัวกะทิกับหางกะทิออกจากกัน แล้วนำหัวกะทิที่มีลักษณะเป็นครีมมาหมუნเหวียงที่ 4,880 g เป็นเวลา 15 นาที เพื่อแยกน้ำมันออกมา พบว่ากะทิที่มีค่าความเป็นกรดหรือเบสมากขึ้น จะสามารถทำให้น้ำมันแยกชั้นออกมาและหมუნเหวียงได้ปริมาณน้ำมันมากขึ้น โดยการปรับ pH = 3 จะทำให้สามารถแยกน้ำมันออกมาได้ปริมาณ 89% ซึ่งมากที่สุด



รูปที่ 2.32 กราฟความสัมพันธ์การปรับ pH และปริมาณน้ำมันที่เหวียงแยกได้

3) การแช่เย็น

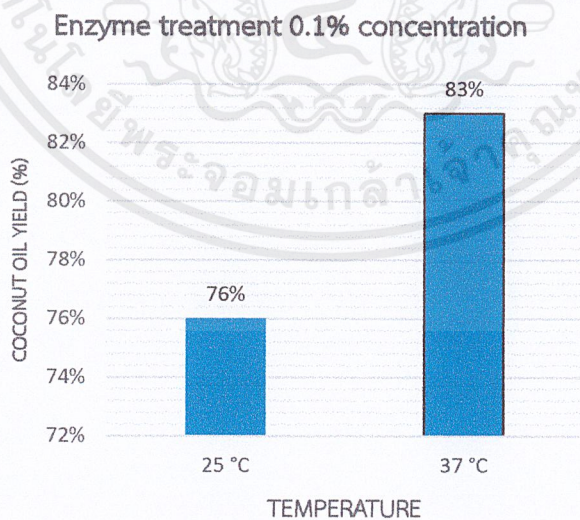
โดยการนำน้ำกะทิมาแช่เย็นที่อุณหภูมิ 5, 10, 15, 20 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำมาเก็บไว้ที่สภาวะปกติ (29 ± 2 °C) เพื่อทำให้เกิดการแยกชั้นของน้ำมัน จากนั้นนำมาหมუნเหวียงที่ 3,885 g เป็นเวลา 10 นาที เพื่อแยกหัวกะทิกับหางกะทิออกจากกัน แล้วนำหัวกะทิที่มีลักษณะเป็นครีมมาหมუნเหวียงที่ 4,880 g เป็นเวลา 15 นาที เพื่อแยกน้ำมันออกมา พบว่ายิ่งอุณหภูมิต่ำมากจะทำให้เกิดการแยกชั้นของน้ำมันและหมუნเหวียงได้ปริมาณน้ำมันมากขึ้น โดยที่อุณหภูมิ 5 °C ได้ปริมาณน้ำมันมากที่สุดคือ 92 %



รูปที่ 2.33 กราฟความสัมพันธ์อุณหภูมิการแช่เย็นและปริมาณน้ำมันที่เหวี่ยงแยกได้

4) การเติมเอนไซม์

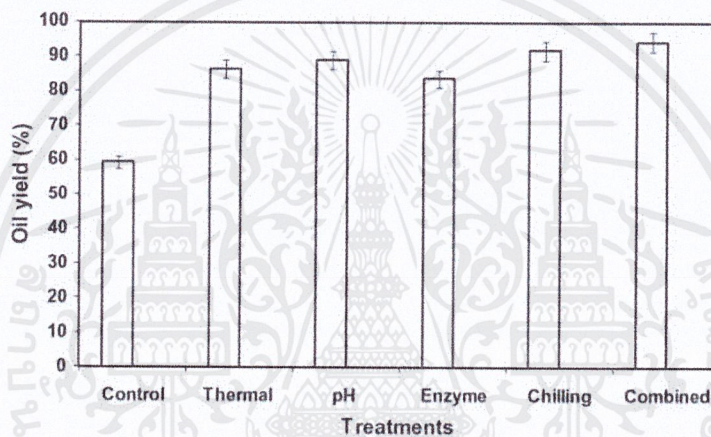
โดยการเติมเอนไซม์ Aspartic Protease เข้มข้น 0.1% ลงในน้ำกะทิ แล้วนำมาบ่มที่อุณหภูมิ 25, 37 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เพื่อทำให้เกิดการแยกชั้นของน้ำมัน จากนั้นนำมาหมนเหวี่ยงที่ 3,885 g เป็นเวลา 10 นาที เพื่อแยกหัวกะทิกับหางกะทิออกจากกัน แล้วนำหัวกะทิที่มีลักษณะเป็นครีมมาหมนเหวี่ยงที่ 4,880 g เป็นเวลา 15 นาทีเพื่อแยกน้ำมันออกมา พบว่าน้ำกะทิที่บ่มอุณหภูมิ 37 °C จะสามารถแยกน้ำมันได้ 83 % ซึ่งมากกว่าน้ำกะทิที่บ่มอุณหภูมิ 25 °C ซึ่งแยกน้ำมันได้เพียง 76 %



รูปที่ 2.34 กราฟแสดงความสัมพันธ์อุณหภูมิการบ่มเอนไซม์และปริมาณน้ำมันที่เหวี่ยงแยกได้

5) การผสมผสานการเติมเอนไซม์และการแช่เย็น

โดยการนำวิธีการเติมเอนไซม์และการแช่เย็นมาใช้ร่วมกัน โดยเริ่มต้นจากการนำน้ำกะทิมาเติมเอนไซม์ Aspartic Protease เข้มข้น 0.1% และนำไปต้มที่ 25, 37 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำมาหมუნเหวียงที่ 3,885 g เป็นเวลา 10 นาที เพื่อแยกหัวกะทิกับหางกะทิต่อออกจากกัน แล้วนำหัวกะทิที่มีลักษณะเป็นครีมมาแช่เย็นที่อุณหภูมิ 5 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นนำมาไว้ที่สภาวะปกติ (29 ± 2 °C) หลังจากนั้นนำมาหมუნเหวียงที่ 4,880 g เป็นเวลา 15 นาทีเพื่อแยกน้ำมันออกมาได้ ปริมาณ 94.5 %



รูปที่ 2.35 กราฟแสดงความสัมพันธ์วิธีการต่าง ๆ และปริมาณน้ำมันที่เหวียงแยกได้

เมื่อนำวิธีการต่าง ๆ มาแสดงตั้งกราฟและเปรียบเทียบกัน พบว่าการใช้วิธีการผสมผสานการเติมเอนไซม์และการแช่เย็น สามารถทำให้น้ำกะทิต่อเกิดการแยกชั้นมากที่สุดและหมუნเหวียงได้ปริมาณน้ำมันมากที่สุดถึง 94.5 %

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

เมื่อได้รับทราบปัญหาการเกิดคริมของเสียในถังบัฟเฟอร์และถังผสม จึงได้ดำเนินการทำวิจัย โดยมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 เก็บข้อมูลและอ่านบทความเพื่อใช้ในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

เริ่มทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลโดยการเก็บค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น ปริมาณคริมที่เกิดขึ้นในถังแต่ละใบ %ไขมันของตัวคริม อุณหภูมิของน้ำกะทิในถังบัฟเฟอร์และถังผสม ความเร็วรอบของใบพัดกวน ระดับความสูง และขนาดของใบพัดกวนในการติดตั้ง การติดตั้งระบบท่อเพื่อรับส่งกะทิเข้าสู่ถังและคำนวณมูลค่าของเสียในการผลิต เป็นต้น

3.1.1 ปริมาณคริมของเสียที่เกิดขึ้นในถังแต่ละใบ

ได้ทำการศึกษาเก็บข้อมูลปริมาณคริมที่เกิดขึ้นในถังแต่ละใบ ซึ่งในการเก็บข้อมูลจะทำการวัดปริมาณคริมของเสียหลังจากทำการย้ายกะทิออกจากถังและไม่สามารถใช้ปั๊มดูดส่งผ่านท่อได้ โดยวัดปริมาณในหน่วยลิตร จากนั้นนำข้อมูลที่เก็บได้มาหาค่าเฉลี่ยปริมาณของเสียที่เหลือกันถัง

ชนิดของถัง	ปริมาณคริมของเสียที่เหลือกันถัง (ลิตร)
Buffer 1	360
Buffer 2	340
Mix 1	380
Mix 2	350
Mix 3	40
Mix 4	50
Mix 5	320
Mix 6	200

ตารางที่ 3.1 ปริมาณคริมของเสียที่เกิดขึ้นในถังแต่ละใบ

จากผลที่ได้ ปริมาณครีมของเสียที่เกิดขึ้นสามารถเกิดได้ตั้งแต่ไม่ถึง 100 ลิตร จนถึง 1,000 ลิตร โดยถึงแต่ละใบจะมีปริมาณครีมที่เกิดขึ้นไม่เท่ากัน ซึ่งถึง Mix-3 และ Mix-4 จะเกิดปริมาณครีมของเสียที่ก้นถังน้อยที่สุด คือไม่ถึง 100 ลิตร ต่างจากถังใบอื่นที่มีปริมาณครีมที่มากกว่า

3.1.2 เปอร์เซนต์ไขมันของครีม

จากการเก็บตัวอย่างกะทิที่เป็นครีมในแต่ละถังและนำไปตรวจหา %ไขมัน พบว่าตัวครีมมี %ไขมัน อยู่ในช่วง 20 - 33.5 % ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและความหนาของตัวครีม

3.1.3 อุณหภูมิของน้ำกะทิในถังบัฟเฟอร์และถังผสม

จากการวัดค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิในถังบัฟเฟอร์และถังผสม พบว่าน้ำกะทิในถังบัฟเฟอร์มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 5 - 15 °C ขึ้นอยู่กับ Flow น้ำเย็นที่ปล่อยมาจากฝาย Frozen ปริมาณน้ำกะทิภายในถังและอุณหภูมิของสภาวะภายนอก (อุณหภูมิขึ้นกับช่วงเวลาในการผลิตด้วย เนื่องจากสภาพอากาศแต่ละช่วงเวลาไม่เท่ากัน)

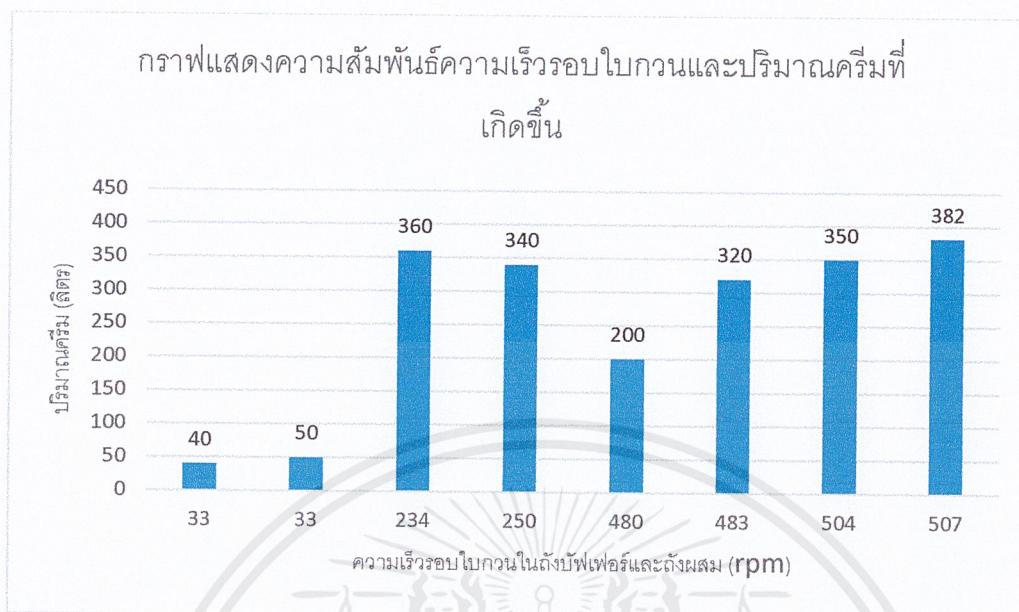
จากการวัดค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิในถังผสม ซึ่งไม่มีการติดตั้งระบบทำความเย็น พบว่าอุณหภูมิของน้ำกะทิในถังผสมอยู่ในช่วง 15 - 25 °C ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ทำการเก็บน้ำกะทิในถังผสมเนื่องจากเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศภายนอก นอกจากนี้อุณหภูมิของน้ำกะทิในถังผสมยังขึ้นอยู่กับสภาวะเริ่มต้นที่มาจากถังบัฟเฟอร์ด้วย

3.1.4 ความเร็วรอบของใบพัดกวน

จากการวัดความเร็วรอบของใบพัดกวนในถังบัฟเฟอร์และถังผสม โดยการใช้เครื่องมือเทคโคมิเตอร์ในการวัดความเร็วรอบของเพลลาที่ต่อตรงเข้ากับใบพัดกวน ได้ผลดังแสดงในตาราง

ชนิดของถัง	ความเร็วรอบใบพัดกวน (rpm)
Buffer-1	234
Buffer-2	250
Mix-1	507
Mix-2	504
Mix-3	33
Mix-4	33
Mix-5	483
Mix-6	480

ตารางที่ 3.2 ความเร็วรอบของใบพัดกวนในถังแต่ละใบ



รูปที่ 3.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความเร็วรอบใบกวนและปริมาณครีมที่เกิดขึ้น

เมื่อนำข้อมูลมาทำกราฟแผนภูมิแท่งและวิเคราะห์ พบว่าความเร็วรอบใบกวนยิ่งสูงจะยิ่งมีปริมาณครีมที่มากขึ้น แต่ที่ถังบัพเฟอร์1 และถังบัพเฟอร์2 มีความเร็วรอบ 234, 250 rpm ตามลำดับ แต่มีปริมาณครีมมากกว่าถังอื่น ๆ เนื่องจากที่ถังบัพเฟอร์1 และถังบัพเฟอร์2 มีระบบควบคุมอุณหภูมิต่ำ จึงสามารถคาดเดาได้ว่าความเร็วรอบและอุณหภูมิมิผลต่อการเกิดฟองครีมที่แตกต่างกัน

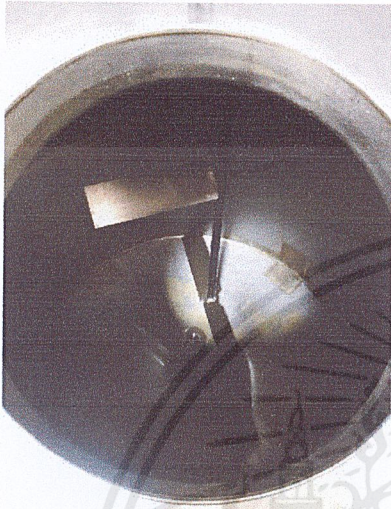
3.1.5 ระดับความสูงและขนาดของใบพัดกวนในการติดตั้ง

การวัดระดับความสูงจริงของใบพัดในการติดตั้งนั้นสามารถทำได้ยาก เนื่องจากพื้นที่ในการติดตั้งใบพัดกวนเป็นพื้นที่อับอากาศ มีความสูงมากและอันตราย จึงทำการวัดระดับของใบพัดกวนจากปริมาณน้ำกะทิที่อยู่ไนถัง เมื่อระดับของกะทิลถึงใบพัดกวนแล้วจึงทำการเก็บค่าปริมาณของน้ำกะทิในหน่วยตัน ได้ผลแสดงดังตาราง

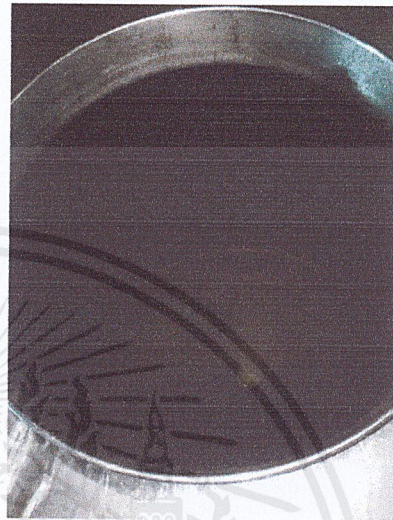
ชนิดของถัง	ระดับความสูงของใบกวน (ตัน)	ขนาดของใบพัดกวน
Buffer-1	2.4	เล็ก
Buffer-2	2.4	เล็ก
Mix-1	1.0	เล็ก
Mix-2	1.0	เล็ก
Mix-3	2.4	ใหญ่
Mix-4	2.2	ใหญ่

Mix-5	1.0	เล็ก
Mix-6	1.0	เล็ก

ตารางที่ 3.3 ระดับความสูงของใบพัดกวนและขนาดของถังแต่ละใบ



รูปที่ 3.2 ใบกวนขนาดใหญ่



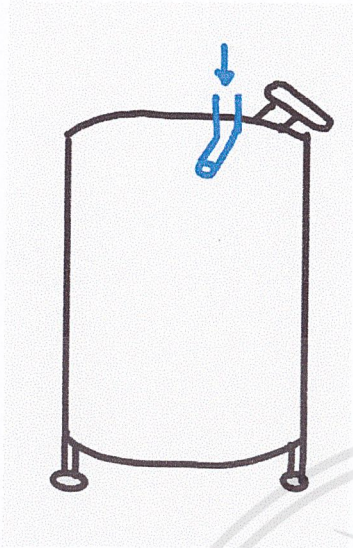
รูปที่ 3.3 ใบกวนขนาดเล็ก

จากการเก็บข้อมูล พบว่าในถังแต่ละใบมีระดับความสูงของใบพัดกวนที่แตกต่างกัน และบางถังมีใบพัดกวนเพียง 1 ใบ คือ Mix-1, Mix-2, Mix-5, Mix-6 ติดตั้งอยู่ด้านล่างของถัง แต่ในถังบางใบมีใบพัดกวน 2 ใบ คือ Buffer-1, Buffer-2, Mix-3, Mix-4 และขนาดของใบพัดกวนก็มีความแตกต่างกันด้วยคือ Mix-3 และ Mix-4 จะมีขนาดใบพัดกวนที่ใหญ่กว่าถังใบอื่น

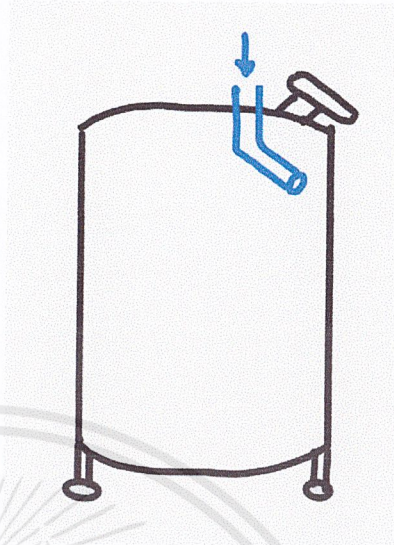
3.1.6 การติดตั้งระบบท่อเพื่อรับส่งกะทิเข้าสู่ถัง

จากการเก็บข้อมูลพบว่า การติดตั้งระบบท่อในการส่งกะทิเข้าสู่ถัง มีด้วยกัน 2 แบบคือ

3.1.6.1 การส่งด้วยระบบท่อติดตั้งภายในถัง จะใช้ในการรับกะทิจากห้องคั้นส่งไปที่ถังบัฟเฟอร์หรือการส่งกะทิจากถังบัฟเฟอร์ไปยังถังผสม ควบคุมวาล์วและปั๊มในการส่งจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์



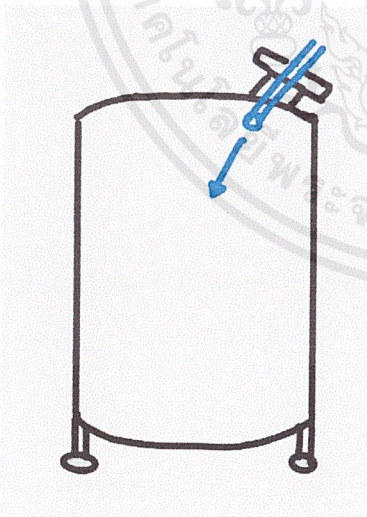
รูปที่ 3.4 การส่งกะทิแบบที่ 1



รูปที่ 3.5 การส่งกะทิแบบที่ 2

และจากข้อสังเกตจะเห็นได้ว่า การรับกะทิในแบบที่ 2 จะทำให้เกิดฟองอากาศในถังน้อยกว่า เนื่องจากท่อกะทิ หันเข้าด้านข้างของตัวถังและเกิดแรงกระแทกที่น้อยกว่า

3.1.6.2 การส่งด้วยการต่อท่อสายยางและต่อลงที่หัวถัง จะใช้ในการรับกะทินอกเหนือจากแบบที่ 1 คือไม่มีการ ติดตั้งระบบอัตโนมัติ ทำโดยการต่อท่อสายยางลงที่ฝาด้านบนของถังผสม เช่น การรับกะทิจากห้องคั้น ลงถังผสมโดยไม่ผ่านถังบัฟเฟอร์ เป็นต้น



รูปที่ 3.6 การส่งกะทิแบบที่ 3



รูปที่ 3.7 การส่งกะทิแบบที่ 4

และจากข้อสังเกตจะเห็นว่า การรับกะทิในแบบที่ 4 จะทำให้เกิดฟองอากาศในถังน้อยกว่าเนื่องจากมีการหันท่อเข้าด้านข้างของถังเพื่อลดแรงกระแทกจึงเกิดฟองอากาศน้อยกว่า

3.1.7 มูลค่าของเสียในการผลิต

จากการเก็บข้อมูลปริมาณครีมของเสียที่เหลือหลังจากทำการย้ายผลิตภัณฑ์ไปกระบวนการต่อไป พบว่ามีของเสียตั้งแต่ 20 ลิตร จนถึง 1,000 ลิตร ต่อการย้ายน้ำกะทิ 1 Mix (10 ตัน) ซึ่งมูลค่าทางการขายของน้ำกะทิตั้งเป็นลิตรละ 68 บาท ดังนั้น คิดเป็นมูลค่าที่สูญเสียทางการขาย 1,360 – 68,000 บาท ต่อการย้ายน้ำกะทิในถังขนาด 10 ตัน

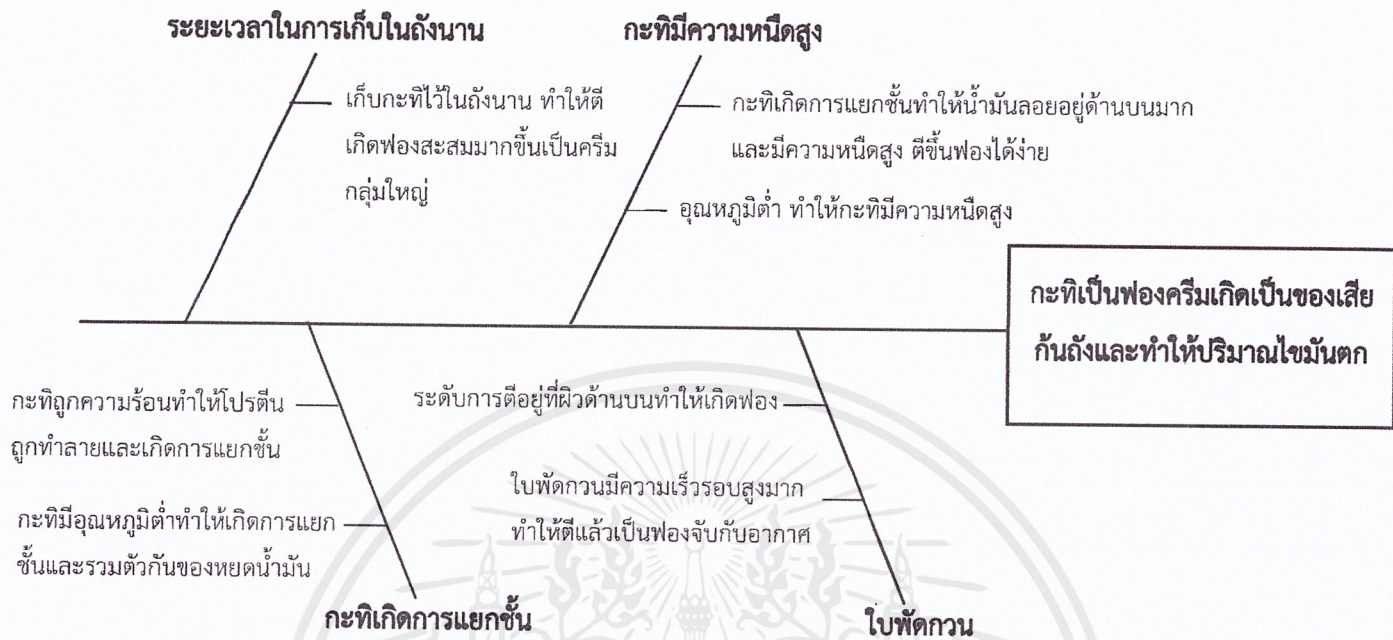
3.2 สรุปผลจากการเก็บข้อมูลเบื้องต้น

จากการนำข้อมูลในหัวข้อ 3.1.1 - 3.1.6 มาใช้ในการวิเคราะห์ สามารถได้ข้อสรุปว่า

- 1) ปริมาณครีมที่เกิดขึ้นมีตั้งแต่ช่วง 100 ลิตร จนถึง 1,000 ลิตร ต่อการย้ายกะทิจากถัง 10 ตัน
- 2) %ไขมัน ของครีมที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วง 20 – 33.5 %
- 3) อุณหภูมิของถังบัพเฟอร์อยู่ในช่วง 5 – 15 °C และอุณหภูมิของถังผสมอยู่ในช่วง 15 – 25 °C
- 4) ความเร็วรอบของใบพัดกวนในถังบัพเฟอร์และถังผสมอยู่ในช่วง 33 – 507 rpm.
- 5) การติดตั้งระบบท่อรับกะทิโดยหันท่อเข้าด้านข้างของถัง จะทำให้เกิดปริมาณฟองน้อยกว่าการติดตั้งระบบท่อโดยปล่อยกะทิลงตรง ๆ
- 6) มูลค่าของเสียจากการที่กะทิเป็นครีม คิดเป็นมูลค่า 1,360 – 68,000 บาท ต่อการย้ายน้ำกะทิในถังขนาด 10 ตัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย ๆ อย่าง

3.3 วิเคราะห์สาเหตุของการเกิดครีมในกระบวนการผลิตน้ำกะทิ

เมื่อนำปัญหาที่เกิดขึ้นมาวิเคราะห์แล้ว พบว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดครีมของเสียมีหลายปัจจัย จึงได้นำปัญหามาเขียนในรูปแบบแผนผังแสดงเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา เพื่อวิเคราะห์สาเหตุได้ดังนี้



รูปที่ 3.8 แผนผังแสดงเหตุและผลในการเกิดฟองครีมของเสียและปริมาณไขมันตก

3.3.1 สาเหตุที่ทำให้เกิดฟองครีมในกระบวนการผลิตน้ำกะทิ

- 1) กะทิเกิดการแยกชั้น เมื่อกะทิเกิดการแยกชั้นจะทำให้น้ำมันลอยขึ้นไปอยู่ด้านบนและเป็นของเหลวที่มีความหนืดสูง เมื่อทำการตีด้วยใบพัดกวนทำให้เกิดฟอง ซึ่งกะทิเกิดการแยกชั้นได้เพราะถูกความร้อนจากกระบวนการพาสเจอร์ไรส์และทำให้โปรตีนซึ่งทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ถูกทำลาย
- 2) กะทิมีความหนืดสูง ของเหลวที่มีความหนืดสูงเมื่อทำการตีจะทำให้เกิดการจับตัวของฟองอากาศและขึ้นฟูเป็นลักษณะฟองครีมได้ง่าย ซึ่งสาเหตุที่ทำให้กะทิมีความหนืดสูงคืออุณหภูมิต่ำและมีปริมาณไขมันผสมอยู่มาก
- 3) ใบพัดกวน เมื่อกะทิที่มีความหนืดสูงถูกตีด้วยใบพัดกวนจะทำให้เกิดฟองอากาศจับตัวกับของเหลว ซึ่งการตีของใบพัดกวนจะทำให้เกิดฟองอากาศได้คือการตีด้วยความเร็วรอบสูงและตีบริเวณผิวของของเหลว
- 4) ระยะเวลาในการเก็บกะทิในถัง หากเราเก็บกะทิไว้ในถังเป็นเวลานานขึ้น จะทำให้ฟองอากาศสะสมในปริมาณที่มากขึ้นเรื่อย ๆ และก่อตัวเป็นชั้นครีมนานขึ้น ซึ่งสาเหตุที่ต้องเก็บกะทิไว้ในถังเป็นเวลานานอาจเกิดจากการเตรียมเครื่องจักรที่ต้องใช้เวลา การรอฟสมทางกะทิ การรอกกระบวนการทำความสะอาดเครื่องจักร (CIP และ Sterilization)

3.3.2 กลไกการเกิดครีมในกระบวนการผลิตน้ำกะทิ

น้ำกะทิเมื่อผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิสูง 70 °C และถูกทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิต่ำกว่า 15 °C จะทำให้โปรตีนในน้ำกะทิถูกทำลายและสูญเสียสภาพเนื่องจากความร้อน ซึ่งโปรตีนมีหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ช่วยในการรวมตัวของน้ำกับน้ำมัน เมื่อโปรตีนถูกทำลายทำให้เกิดการแยกชั้นของน้ำกับน้ำมัน การเก็บน้ำกะทิในถังทำให้หยตน้ำมันที่แยกชั้นลอยขึ้นมาอยู่ด้านบนเพราะน้ำมันมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ เกิดเป็นชั้นกะทิมีปริมาณไขมันสูงอยู่ด้านบนของถัง เมื่อน้ำกะทิมีอุณหภูมิต่ำจะมีความหนืดสูงขึ้น โดยปกติแล้วในถังบัพเฟอร์และถังผสมจะมีใบพัดกวนเพื่อทำการตีไม่ให้น้ำกับน้ำมันแยกชั้นออกจากกัน แต่หากการตีของใบพัดกวนมีความเร็วสูงและเกิดขึ้นที่ผิวด้านบนของน้ำกะทิที่มีความหนืดและปริมาณไขมันสูง จะทำให้เกิดฟองอากาศปริมาณมาก เมื่อทำการตีไปสักระยะหนึ่งและฟองอากาศมีปริมาณมากขึ้น ทำให้เกิดเป็นชั้นครีมหนาและมีสภาพเป็นของแข็งอยู่ที่ด้านบน ไม่สามารถส่งผ่านท่อเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการผลิตขั้นต่อไปได้ เกิดเป็นของเสีย และอีกปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นตามมาคือทำให้น้ำกะทิตั้งกลางถังที่ใช้ในกระบวนการผลิตมีปริมาณไขมันลดลงและเสียคุณภาพได้ เนื่องจากปริมาณไขมันส่วนมากจะอยู่ที่ครีมของเสียด้านบน



รูปที่ 3.9 ฟองครีมที่เกิดขึ้นในการเก็บรักษาในถัง

3.4 วิเคราะห์หาแนวทางแก้ไข

เมื่อทำการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม พบว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดครีม มี 2 ปัจจัยหลัก ๆ คือเรื่องของอุณหภูมิของกะทิและการออกแบบใบพัดกวน ซึ่งหากอุณหภูมิของกะทิต่ำจะทำให้มีความหนืดสูงเกิดเป็นครีมได้ง่าย และครีมที่เกิดขึ้นหากได้รับความร้อนก็สามารถละลายกลับเป็นกะทิตั้งเดิมได้เช่นกัน

ใบพัดกวน ในการออกแบบใบพัดกวนอาจมีความไม่เหมาะสมในการใช้งาน เมื่อทราบว่าการใช้ความเร็วรอบของใบพัดสูงจะทำให้ดีขึ้นลักษณะฟองครีม ดังนั้นการลดความเร็วรอบของใบพัดลง อาจทำให้การตีกะทิไม่ขึ้นฟองได้

ดังนั้นผู้ทำการวิจัย จึงได้ใช้ปัจจัยเหล่านี้ ในการออกแบบการทดลองเพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ไขปัญหา ซึ่งสิ่งที่ต้องการทราบคือ อุณหภูมิและความเร็วรอบมีผลต่อการเกิดฟองครีมอย่างไร อุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำให้ฟองครีมสามารถละลายกลับเป็นของเหลวหรือกะทิได้ ดังนั้นจึงได้ออกแบบการทดลอง ดังนี้

3.4.1 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิน้ำกะทิต่อการเกิดฟองครีม

ในการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิน้ำกะทิและการเกิดฟองครีม มีขั้นตอนดังนี้

- 1) เก็บตัวอย่างกะทิ ซึ่งกะทิที่ใช้ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 °C และมี %ไขมันที่ 18%, pH = 6.50 จากนั้นนำกะทิมาแช่เย็นไว้ที่อุณหภูมิ 5 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
- 2) เมื่อทำการวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัปเปิลได้อุณหภูมิที่ต้องการ แล้วนำกะทิที่แช่เย็นมาตวงใส่ในปีกเกอร์ปริมาณ 500 กรัม ใส่ในชามน้ำแข็งอีกชั้นหนึ่งเพื่อสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ตลอดเวลา



รูปที่ 3.10 เทอร์โมคัปเปิล

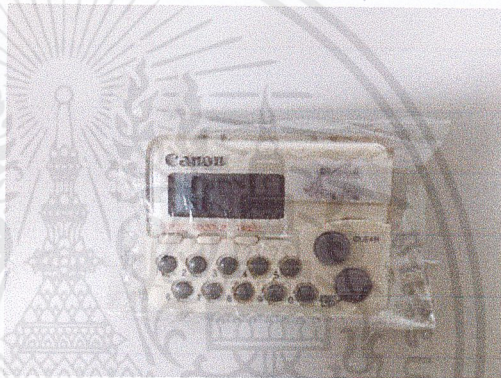


รูปที่ 3.11 ชั่งน้ำหนักกะทิ

- 3) จากนั้นนำกะทิมาปั่นด้วยเครื่อง Overhead IKA ® RW 20 digital โดยใช้ความเร็วรอบที่ 500 rpm ซึ่งเป็นความเร็วรอบสูงสุดของใบพัดกวนจริง ๆ ในถังผสม ขณะทำการตีปั่นน้ำกะทิ โดยทำการตั้งระดับใบพัดกวนไว้ 2 รูปแบบ คือ ให้ระดับของกะทิอยู่สูงกว่าใบพัดกวนและระดับของกะทิอยู่ระดับเดียวกับใบพัดกวน (ตีที่ผิวด้านบนของกะทิ) จากนั้นทำการบันทึกภาพทุก 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที เพื่อสังเกตลักษณะฟองครีมที่เกิดขึ้น



รูปที่ 3.12 ปั่นกะทิด้วย Overhead Stirrer



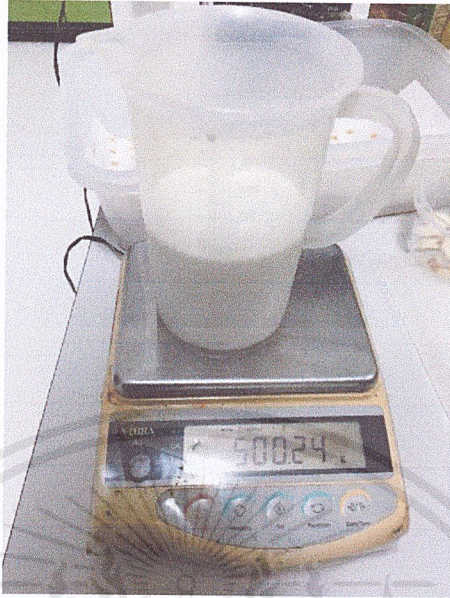
รูปที่ 3.13 นาฬิกาจับเวลา

- 4) ทำการทดลองในข้อ 1-3 ซ้ำ โดยใช้อุณหภูมิที่ 10, 15 °C และต้องควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ตลอดเวลา เช่นกันด้วยการใช้น้ำเย็น บันทึกผลการทดลองและนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกัน

3.4.2 ความสัมพันธ์ของความเร็วรอบใบพัดกวนต่อการเกิดฟองครีม

ในการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ของความเร็วรอบใบพัดกวนและการเกิดฟองครีม มีขั้นตอนดังนี้

- 1) เก็บตัวอย่างกะทิ ซึ่งกะทิที่ใช้ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 °C และมี %ไขมันที่ 18%, pH = 6.50 จากนั้นนำกะทิมาแช่เย็นไว้ที่อุณหภูมิ 5 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
- 2) นำกะทิแช่เย็นมาตวงใส่ในบีกเกอร์ปริมาณ 500 กรัม ควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ 10 °C โดยการใช้ชามใส่น้ำเย็นและเลี้ยงอุณหภูมิไว้ตลอด



รูปที่ 3.14 ชั่งน้ำหนักกะทิ

- 3) จากนั้นนำกะทิมาปั่นด้วยเครื่อง Overhead IKA® RW 20 digital โดยใช้ความเร็วรอบที่ความเร็วช่วง 160 – 500 rpm ซึ่งเป็นความเร็วรอบต่ำที่สุดที่เครื่องสามารถทำได้ และความเร็วรอบสูงสุดของใบพัดกวนจริง ๆ ในถังผสม ขณะทำการตีปั่นน้ำกะทิ ทำการบันทึกภาพทุก 5 นาทีเป็นเวลา 30 นาที เพื่อสังเกตลักษณะฟองครีมที่เกิดขึ้น



รูปที่ 3.15 ตั้งความเร็วรอบใบพัดกวน



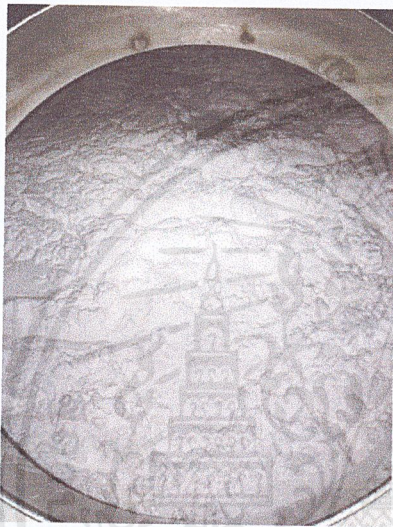
รูปที่ 3.16 นำกะทิมาทำการตีปั่น

- 4) ทำการทดลองซ้ำในข้อ 1-3 ในแต่ละความเร็วรอบ นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับ

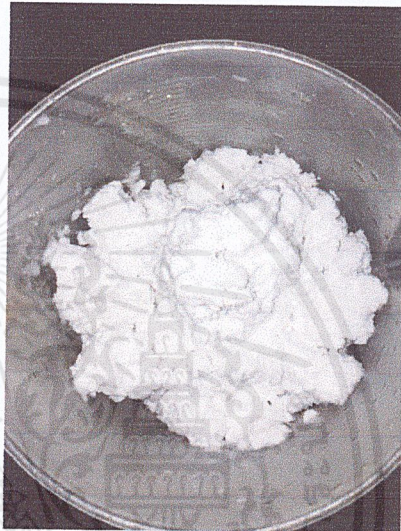
3.4.3 อุณหภูมิที่ทำให้ฟองครีมละลายกลายเป็นของเหลว

ในการทดลองเพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำให้ฟองครีมละลายกลายเป็นของเหลว มีขั้นตอน ดังนี้

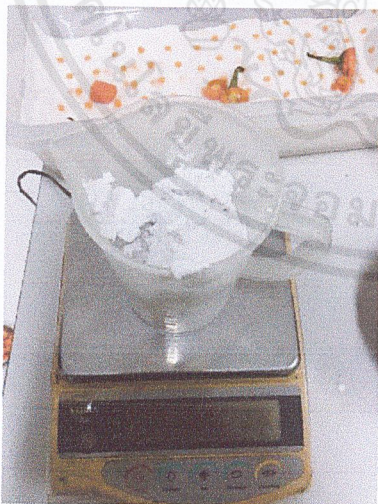
- 1) เก็บตัวอย่างฟองครีมที่เกิดขึ้น ทำการวัด %ไขมัน และอุณหภูมิ จากนั้นนำมาตวงใส่หม้อปริมาณ 200 กรัม



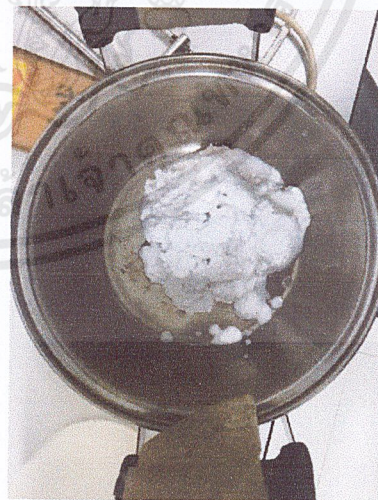
รูปที่ 3.17 กะทิที่เป็นครีมในถังผสม



รูปที่ 3.18 เก็บตัวอย่างครีม



รูปที่ 3.19 ชั่งน้ำหนักครีม 200 กรัม



รูปที่ 3.20 ตวงกะทิใส่หม้อ

- 2) ตั้งเครื่อง Water Bath โดยใช้อุณหภูมิน้ำร้อนภายนอกที่ 50 °C เมื่อเครื่องอุ่นน้ำจนได้อุณหภูมิแล้ว นำขามที่ใส่ฟองครีมมาใส่ลงใน Water Bath เพื่อให้ความร้อนจากน้ำถ่ายเทให้กับฟองครีม ใช้แท่งแก้วคนฟองครีมเบา ๆ ขณะทำการให้ความร้อน และใช้เทอร์โมคัปเปิลวัดอุณหภูมิของฟองครีมตลอดเวลา



รูปที่ 3.21 เครื่อง Water Bath

- 3) เมื่อฟองครีมที่ได้รับความร้อน ละลายจนกลายเป็นน้ำกะทิเนื้อเดียวกันทั้งหมดแล้ว อ่านค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิและบันทึกผล

3.5 ทำการทดลอง สรุปล ผล และเสนอแนวทางแก้ไข




เมื่อได้ผลการทดลองแล้ว นำผลการทดลองที่ได้ มาทำการวิเคราะห์สรุปล ผลการทดลอง และเสนอวิธีการปรับปรุงแก้ไขให้กับทางโรงงาน

บทที่ 4

ผลการทดลอง

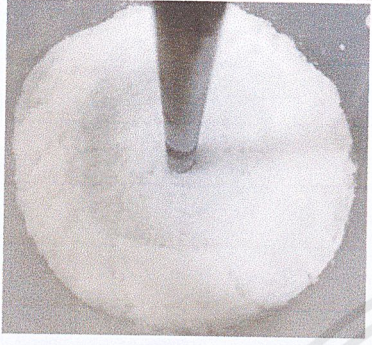
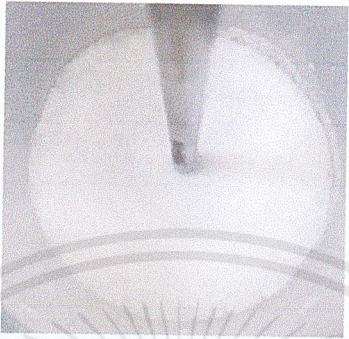
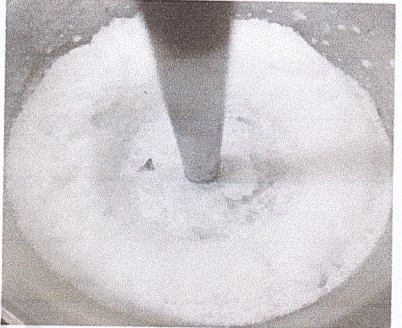

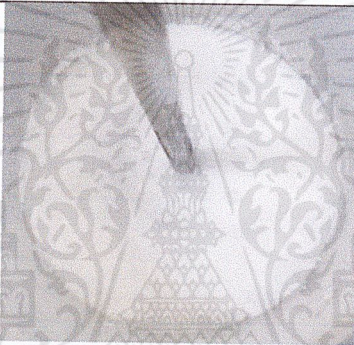
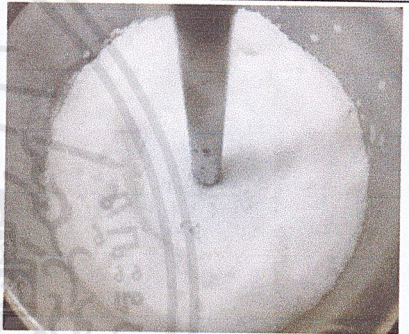



4.1 ผลการทดลองความสัมพันธ์ของอุณหภูมิน้ำกะทิต่อการเกิดฟองครีม

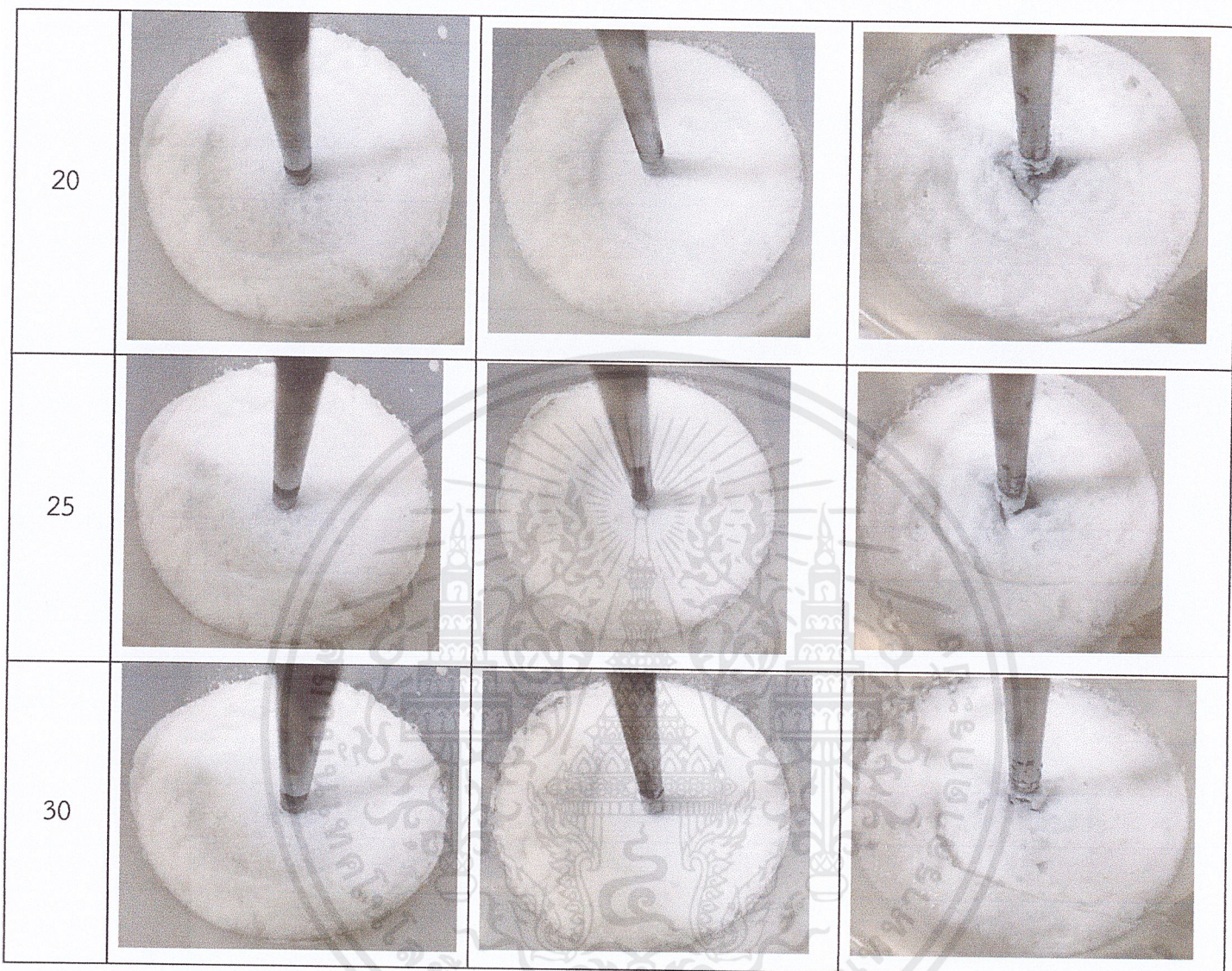
การทดลองเริ่มโดยการนำกะทิมาตี ให้ระดับของกะทิอยู่สูงกว่าใบพัดกวน ใช้กะทิที่อุณหภูมิ 5 °C และทำการตีที่ 500 rpm ได้ผลดังนี้

อุณหภูมิ น้ำกะทิ	เวลา (นาที)		
	5 นาที	10 นาที	15 นาที
5 °C			

ตารางที่ 4.1 ผลการตีกะทิโดยระดับของกะทิอยู่สูงกว่าใบพัดกวน

เมื่อได้ทดสอบทำการตีกะทิเป็นระยะเวลา 15 นาที พบว่าไม่มีฟองอากาศเกิดขึ้นเลย จึงสันนิษฐานได้ว่าระดับของใบพัดกวนในการติดตั้งมีผลต่อการตีกะทิให้ขึ้นฟอง เนื่องจากการติดตั้งใบพัดกวนให้ระดับของกะทิอยู่สูงกว่าใบพัดกวนเมื่อตีแล้วจะไม่เกิดฟอง จึงทำการเปลี่ยนระดับการวางใบพัดกวนไว้ที่ผิวของน้ำกะทิด้านบนแทน แล้วทำการทดลองอีกครั้งหนึ่ง ได้ผลแสดงดังตาราง

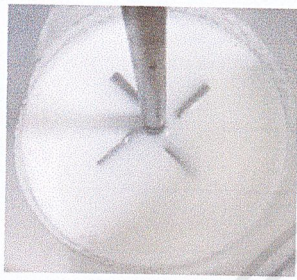
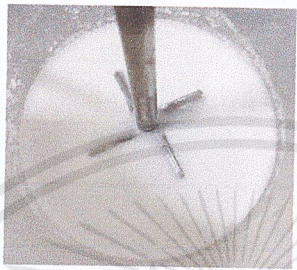

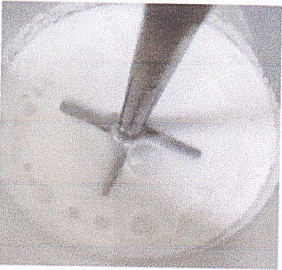
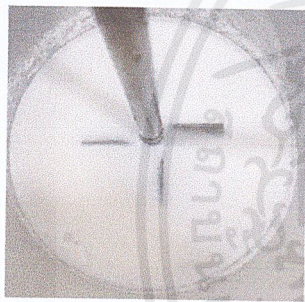



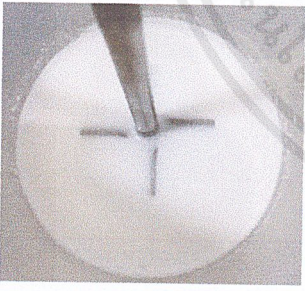

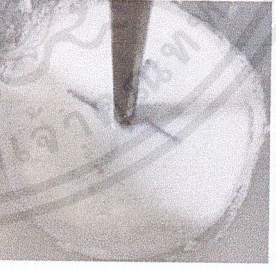

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ		
	5 °C	10 °C	15 °C
5			
10			
15			



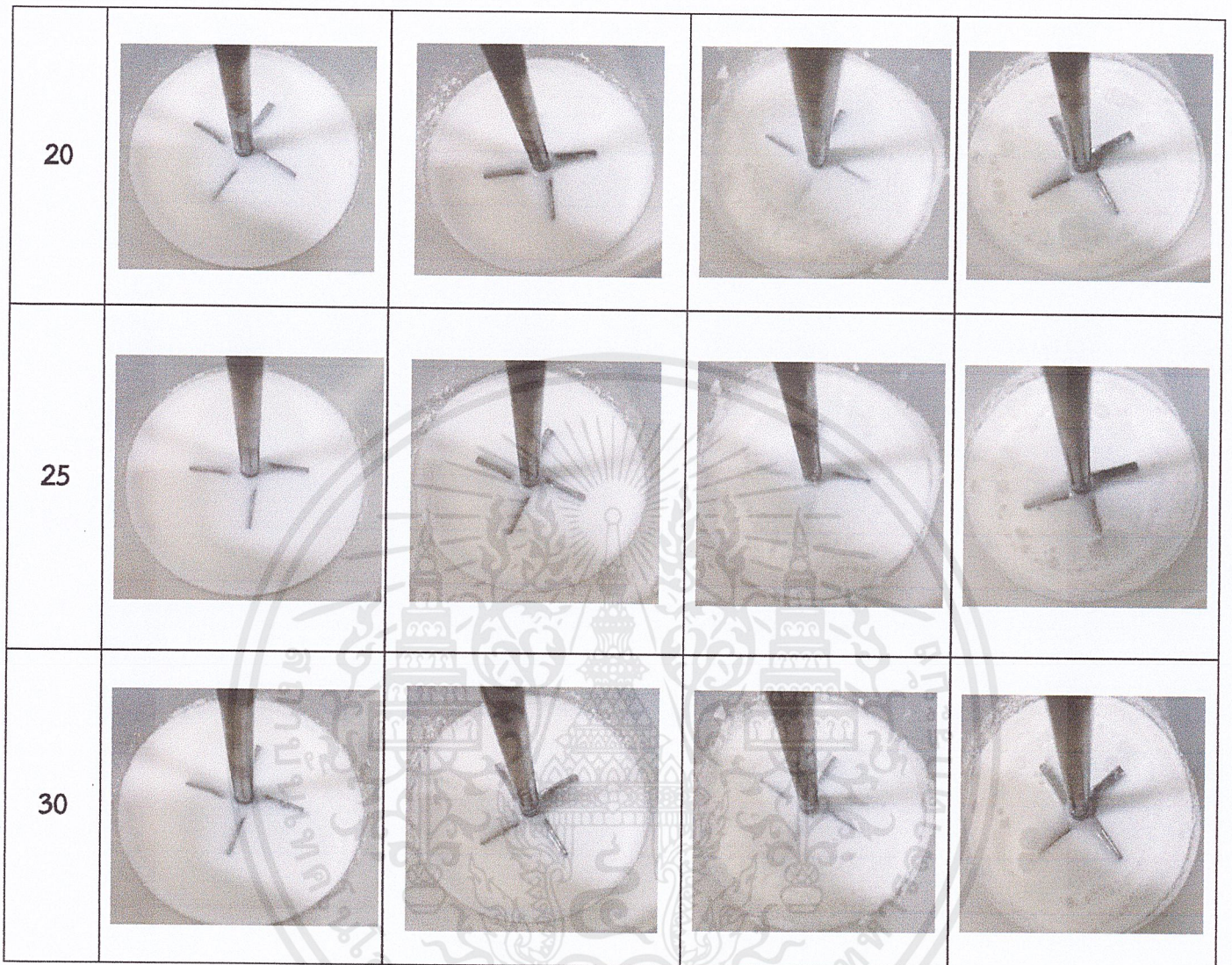
ตารางที่ 4.2 ผลการตีกะทิที่อุณหภูมิแตกต่างกัน

4.2 ผลการทดลองความสัมพันธ์ของความเร็วรอบใบพัดกวนต่อการเกิดฟองครีม

จากการทดลองน้ำกะทิ 10 °C %ไขมัน 17-18 % มาตีปั่นที่ความเร็วรอบต่าง ๆ ได้ผลแสดงตารางดังนี้

เวลา (นาที)	ความเร็วรอบ (rpm)			
	160	180	200	250
5				
10				
15				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตารางที่ 4.3 ผลการตีกะทิที่ความเร็วรอบต่างกัน

เมื่อทำการตีปั่นกะทิที่ผิวด้านบน เป็นเวลา 30 นาที พบว่าที่ความเร็วรอบ 160 rpm ไม่สามารถตีขึ้นฟองเป็นลักษณะครีมได้ ที่ความเร็วรอบ 180 rpm มีชั้นฟองครีมเล็กน้อย และที่ความเร็วรอบ 200,250 rpm มีชั้นฟองครีมเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก

4.3 ผลการทดลองเพื่อหาอุณหภูมิที่ทำให้ฟองครีมละลายกลายเป็นของเหลว

จากการทดสอบเก็บตัวอย่างครีมกะทิและนำมาทำการวัดค่าปริมาณไขมันและอุณหภูมิก่อนทำการทดลอง พบว่าตัวครีมกะทิที่ทำมีปริมาณไขมันอยู่ที่ 24% และมีอุณหภูมิ 16 °C จากนั้นนำตัวครีมมาใส่ชาม

ทดลองแล้วทำการให้ความร้อนด้วย Water Bath โดยตั้งค่าอุณหภูมิของน้ำไว้ที่ 50 °C ใช้แท่งแก้วคนเบา ๆ ขณะให้ความร้อนเพื่อหาอุณหภูมิที่ทำให้ครีมกะทิละลายกลายเป็นเนื้อเดียวกัน พบว่าเมื่อครีมละลายกลายเป็นของเหลวน้ำกะทิเนื้อเดียวกันทั้งหมด มีอุณหภูมิ 30 °C

4.4 ผลการเก็บปริมาณครีมหลังจากติดอินเวอเตอร์

หลังจากที่ทราบว่าการให้ความเร็วรอบของใบกวน เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดปริมาณครีมที่มาก จึงได้ทำการติดอินเวอเตอร์เข้ากับมอเตอร์ของใบกวน เพื่อสามารถปรับลดความเร็วรอบของใบกวนได้ และได้ทำการเก็บข้อมูลโดยที่ความถี่ 50 Hz คือไฟฟ้าทั่วไปซึ่งไม่มีการปรับลดความเร็วรอบ ได้ปริมาณครีม 320 ลิตร เมื่อทำการลดความถี่เหลือ 40, 30 Hz ได้ผลแสดงดังตาราง

ความถี่ (Hz)	ปริมาณครีมที่เกิดขึ้น	วันที่
40	280	15/11/62
40	230	15/11/62
40	280	15/11/62
30	200	22/11/62
30	160	23/11/62

ตารางที่ 4.4 ผลการเก็บปริมาณครีมหลังจากติดอินเวอเตอร์

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะการปรับปรุงแก้ไข

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 สรุปผลการทดลองความสัมพันธ์ของอุณหภูมิน้ำกะทิต่อการเกิดฟองครีม

จากผลการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิน้ำกะทิต่อการเกิดฟองครีม ได้ผลแสดงดังตารางที่ 4.1 - 4.2 พบว่าการนำกะทิที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์และเก็บที่อุณหภูมิ 5, 10, 15 °C นำมาตีปั่นด้วยความเร็วรอบ 500 rpm โดยระดับกะทิสูงกว่าใบพัดกวนจะทำให้ไม่เกิดฟองครีมขึ้น แต่การใช้ใบพัดกวนตีที่บริเวณผิวของน้ำกะทิต้านบน จะสามารถเกิดฟองครีมได้ที่ทุกอุณหภูมิในเวลาเพียงไม่กี่นาที ซึ่งที่อุณหภูมิ 5 °C จะมีลักษณะแข็งมากที่สุด เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นคือ 10 °C และ 15 °C ฟองครีมจะมีลักษณะเป็นของเหลวมากขึ้นตามลำดับ ซึ่งในช่วงแรกที่ทำให้การตีจะเกิดเป็นลักษณะฟอง เมื่อฟองที่เกิดขึ้นรวมตัวกันเป็นจำนวนมากจะเกิดเป็นชั้นครีมหนา จนสุดท้ายระดับของครีมจะอยู่สูงกว่าใบพัดกวน ในกระบวนการผลิตจริงน้ำกะทิมิมีการเก็บรักษาอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 5 - 15 °C นั้นหมายความว่าถ้าใช้ความเร็วรอบของใบพัดกวนในถังบัพเฟอร์และถังผสมที่ 500 rpm และเปิดใบพัดกวนตีที่ผิวของน้ำกะทิ จะทำให้เกิดฟองครีมขึ้นอย่างแน่นอน แต่หากการทำงานของใบพัดกวนอยู่ต่ำกว่าระดับที่ผิวของน้ำกะทิ จะสามารถทำให้การตีไม่ขึ้นฟองและไม่เกิดเป็นชั้นครีมเมื่อนำมาวิเคราะห์และปรับเปลี่ยนใช้ในการแก้ไขปัญหในถังบัพเฟอร์และถังผสมจริง ๆ สามารถแก้ไขปัญหการเกิดครีมโดยการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการเปิดใบพัดกวน ถ้าทำการเปิดใบพัดกวนเมื่อรับน้ำกะทิจนมีระดับสูงกว่าใบพัดกวนแล้วเท่านั้น จะสามารถป้องกันและลดโอกาสในการเกิดฟองครีมได้อย่างแน่นอน นอกจากนี้ยังช่วยลดปัญหาปริมาณไขมันของน้ำกะทิตกในระหว่างการเก็บรักษาในถังบัพเฟอร์และถังผสมได้อีกด้วย

5.1.2 สรุปผลการทดลองความสัมพันธ์ของความเร็รรอบใบพัดต่อการเกิดฟองครีม

จากผลการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ของความเร็รรอบใบพัดกวนต่อการเกิดฟองครีม ได้ผลแสดงดังตารางที่ 4.3 พบว่าการนำกะทิที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์และเก็บที่อุณหภูมิ 10 °C นำมาตีปั่นที่บริเวณผิวของน้ำกะทิด้วยความเร็รรอบที่ต่างกัน 160, 180, 200, 250 rpm ทำให้ลักษณะในการเกิดฟองครีมมีความแตกต่างกัน โดยการนำกะทิมาตีปั่นที่ความเร็รรอบ 250 rpm และ 200 rpm ทำให้เกิดเป็นลักษณะฟองครีมได้มาก ซึ่งความเร็รรอบที่มากขึ้น ทำให้เกิดเป็นลักษณะฟองที่มากขึ้นด้วย เมื่อทำการลดความเร็รรอบลงมาที่ 180 rpm สังเกตได้ว่าลักษณะฟองครีมเกิดขึ้นที่ขอบของปีกเกอร์เพียงเล็กน้อยเท่านั้น และเมื่อทำการลดความเร็รรอบลง

มาที่ 160 rpm สังเกตได้ว่าการตีปั่นไม่เกิดเป็นลักษณะฟองครีมหรือแทบไม่เกิดเป็นลักษณะฟองครีมเลย จึงสามารถสรุปได้ว่า การลดความเร็วรอบของใบพัดกวน สามารถลดปริมาณการเกิดฟองครีมที่เกิดขึ้นได้ โดยที่ 160 rpm สามารถเห็นผลได้มากที่สุดเพราะการตีปั่นแทบไม่เกิดฟองครีมเลย และการนำไปใช้แก้ปัญหาจริงในกระบวนการผลิต คือการลดความเร็วรอบของใบพัดกวนลงมาที่ 160 rpm หรือต่ำกว่า 160 rpm จะสามารถแก้ไขปัญหการเกิดลักษณะฟองครีมที่เกิดขึ้นในถังบัพเฟอร์และถังผสมได้ นอกจากนี้ยังช่วยลดปัญหาปริมาณไขมันของน้ำกะทิที่กระหว่างทำการเก็บในถังบัพเฟอร์และถังผสมได้อีกด้วย

5.1.3 สรุปผลการทดลองเพื่อหาอุณหภูมิที่ทำให้ฟองครีมละลายกลายเป็นของเหลว

จากผลการทดลองเพื่อหาอุณหภูมิที่ทำให้ฟองครีมละลายกลายเป็นของเหลว โดยการให้ความร้อนด้วย Water Bath และตั้งค่าอุณหภูมิน้ำไว้ที่ 50 °C ใช้แท่งแก้วคนเบา ๆ ขณะให้ความร้อน พบว่าตัวครีมจะสามารถละลายเป็นของเหลวเนื้อเดียวกันทั้งหมดที่อุณหภูมิ 30 °C สามารถนำข้อมูลนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้เมื่อเกิดกะทิเป็นครีมระหว่างเก็บรักษาในถังบัพเฟอร์และถังผสมในกระบวนการผลิต เมื่อต้องการที่จะทำให้ครีมละลายกลับเป็นกะทิ เพื่อนำครีมกะทิไปใช้ในกระบวนการผลิตใหม่หรือการทำให้ครีมกะทิละลายเป็นของเหลวและสามารถนำไปใช้ทำน้ำมันมะพร้าวได้ โดยการทำให้ตัวครีมละลายอาจทำการเติมน้ำซอพท์ที่มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 40 – 50 °C ขึ้นไป คืออุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำให้ตัวครีมสามารถละลายได้อย่างรวดเร็ว

5.2 ข้อเสนอแนะวิธีการปรับปรุงแก้ไข

จากการทำการทดลอง เก็บข้อมูล แล้วนำมาวิเคราะห์หาวิธีแก้ปัญหาการเป็นครีมของกะทิ ผู้ทำการวิจัยจึงได้เรียบเรียงและเสนอวิธีการแก้ปัญหากับทางโรงงาน ดังนี้

5.2.1 การปรับเปลี่ยนการใช้งานใบพัดกวน

ในกระบวนการผลิตจริง เมื่อทำการรับกะทิมายังถังบัพเฟอร์และถังผสม ยังไม่มีระบบควบคุมการเปิดใบพัดกวนที่เหมาะสม เมื่อทำการรับกะทิจากห้องคั้นมายังถังบัพเฟอร์และถังผสม พนักงานที่ควบคุมเครื่องจักร จะทำการเปิดใบพัดกวนเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการแยกชั้นของน้ำมัน นอกจากนี้ในกระบวนการผลิตจะต้องมีการเก็บตัวอย่างกะทิเพื่อนำไปวัดคุณภาพ คือปริมาณไขมัน และ pH ทุก ๆ 30 - 60 นาที (กะทิที่ผ่านการผสมแล้ว 30 นาที, กะทิที่ยังไม่ผ่านการผสม 60 นาที) จึงต้องทำการเปิดใบพัดกวนเพื่อให้สามารถทำการเก็บตัวอย่างกะทิไปวัดคุณภาพได้อย่างถูกต้อง แต่หากพนักงานที่ควบคุมเครื่องจักรทำการเปิดใบพัดกวนเมื่อปริมาณกะทิมิระดับสูงกว่าใบพัดกวนแล้วเท่านั้น ก็จะสามารถป้องกันและลดปริมาณการเกิดฟองครีมได้ ซึ่งทำให้การผลิตเกิด

ของเสียน้อยลงและได้ผลผลิตที่มากขึ้น อีกทั้งยังสามารถลดความเสี่ยงที่จะทำให้ปริมาณไขมันในกะทิตกลงมาต่ำกว่า 16.00% แล้วต้องทำการเติมน้ำมันลงไปเพิ่มได้อีกด้วย

5.2.2 การปรับปรุงระบบท่อในการส่งกะทิ

ระบบท่อในการส่งกะทิ ระบบท่อที่ติดตั้งในการส่งกะทิมีผลต่อการเกิดฟองครีม เนื่องจากถังบัพเฟอร์และถังผสมมีความสูงถึง 3.2 เมตร เมื่อทำการรับกะทิผ่านท่อซึ่งอยู่บริเวณหัวถังและมีความสูงมาก กะทิที่ไหลออกจากท่อสู่กะทิที่อยู่ก้นถังจะเกิดแรงกระแทกและเกิดเป็นลักษณะฟอง ในการติดตั้งระบบท่อที่ใช้ส่งกะทิควรออกแบบให้มีความสูงต่ำหรืออยู่ที่ก้นถังจะดีที่สุด เพื่อป้องกันการเกิดฟองขณะทำการส่งกะทิ หรืออีกกรณีหนึ่งคือการหันท่อที่ทำการส่งกะทิเข้าด้านข้างของตัวถังเพื่อลดแรงกระแทกที่กะทิด้านบนจะตกลงสู่ด้านล่างได้ ก็จะสามารถลดการเกิดฟองขณะทำการส่งกะทิได้เช่นกัน

5.2.3 การปรับอุณหภูมิของกะทิในถัง

การควบคุมอุณหภูมิของน้ำกะทิเป็นสิ่งสำคัญในกระบวนการผลิต โดยกระบวนการผลิตมีการกำหนดการควบคุมคุณภาพของน้ำกะทิให้เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 15 °C เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ในกระบวนการผลิตจริงน้ำกะทิที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์มีการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 – 10 °C ซึ่งเป็นเรื่องที่ดีเพราะสามารถป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้อย่างแน่นอน แต่หากอุณหภูมิของน้ำกะทิต่ำมากเกินไปจนถึง 4 - 5 °C ก็จะสามารถทำให้เกิดฟองครีมมากขึ้นและมีลักษณะหนาขึ้นได้เช่นกัน หากสามารถควบคุมอุณหภูมิของน้ำกะทิไว้ที่ 10 -15 °C โดยทำการปรับ Flow น้ำเย็นที่ทำการหล่อเย็นตัวถังไว้ให้ลดลง ก็จะสามารถลดปริมาณการเกิดฟองครีมได้ระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตามแล้วแต่การแก้ปัญหาด้วยวิธีนี้ควรคำนึงถึงความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ซึ่งอาจมีความเสี่ยงในการทำให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโตได้

5.2.4 การนำครีมของเสียกลับมาใช้ในการผลิตซ้ำ

วิธีการแก้ปัญหาในข้อ 5.2.1 – 5.2.3 เป็นการป้องกันหรือลดปริมาณครีมที่เกิดขึ้น แต่หากกะทิเกิดเป็นครีมขึ้นมาแล้ว ก็มีวิธีที่สามารถจัดการกับฟองครีมที่เกิดเป็นของเสีย เพื่อนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้โดยไม่มีสูญเสียไปในการผลิตเปล่า ๆ

5.2.4.1 การให้ความร้อนกับฟองครีมที่อยู่ด้านบน

ในกระบวนการเก็บรักษากะทิในถังบัพเฟอร์และถังผสม เมื่อกะทิด้านบนเกิดเป็นครีมแล้ว ก็มีวิธีในการจัดการเพื่อทำให้ฟองครีมด้านบนละลายกลับเป็นกะทิของเหลวได้ โดยใช้ Plate Heat Exchanger เริ่มต้นจาก

การใช้ปั๊มดูดกะทิที่เป็นของเหลวด้านล่างถัง แล้วส่งเข้า Plate Heat Exchanger เพื่อทำการรับความร้อนจากแหล่งความร้อนให้ได้อุณหภูมิ 40 – 50 °C แล้วนำกะทิที่ผ่านความร้อนกลับมา Feed ที่ด้านบนของถังเพื่อทำให้ครีมที่อยู่ด้านบนรับความร้อนแล้วละลายกลับมาเป็นของเหลวดังเดิม ก็สามารถทำให้ครีมด้านบนดังกล่าวละลายกลับเป็นกะทิแล้วใช้ในกระบวนการผลิตได้

5.2.4.2 การนำครีมของเสียมาใช้ในกระบวนการผลิตใหม่

ในกระบวนการผลิตเมื่อทำการส่งกะทิจากถังบัฟเฟอร์ไปยังถังผสม หรือส่งกะทิจากถังผสมไปยังเครื่องฆ่าเชื้อ UHT แล้ว เกิดเป็นครีมเหลืออยู่ที่ก้นถังและไม่สามารถใช้ปั๊มดูดส่งต่อไปได้ ปกติแล้วจะทำการแก้ไขเบื้องต้น โดยทำการรับกะทิใหม่เข้ามาเพื่อผสมกับตัวครีม เพื่อให้กะทิใหม่ผสมกับตัวครีมและสามารถนำไปใช้ได้อีกครั้ง แต่หากการผลิตเป็นล็อตสุดท้ายของการผลิตในแต่ละวันหรือต้องการหยุดผลิตเพื่อทำการล้างเครื่องด้วยระบบ CIP ครีมที่เหลืออยู่ก้นถังจะถูกกำจัดทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์และเกิดเป็นของเสีย จึงเสนอวิธีการที่จะสามารถนำครีมที่เป็นของเสียนี้กลับมาใช้ในการผลิตได้อีกครั้ง สามารถทำได้โดยทำการติดตั้งระบบทำน้ำอุ่นและอ่างเก็บน้ำกะทิเพิ่ม เมื่อครีมของเสียเหลืออยู่ก้นถัง ให้ทำการเติมน้ำซอพต์อุณหภูมิ 40 – 50 °C ลงไปจนถึงระดับของใบพัดกวน เพื่อให้ น้ำซอพต์ซึ่งมีอุณหภูมิสูงผสมกับตัวครีมและละลายกลับเป็นกะทิ จากนั้นเปิดใบพัดกวนเพื่อให้ครีมสามารถละลายได้เร็วขึ้น เมื่อทำการละลายครีมดังกล่าวแล้วจะทำให้กะทิมีปริมาณไขมันลดลงต่ำกว่า 16.00 % และนำกะทินี้ส่งกลับไปเก็บในอ่างที่ห้องคั้น ทำการวัดปริมาณไขมันและคำนวณเพื่อทำการผสมกับกะทิที่คั้นออกมาใหม่และปรับน้ำให้ได้คุณภาพตามที่ต้องการได้ (ต้องมี %ไขมันมากกว่า 17.50 %) นอกจากนี้ยังไม่ต้องกังวลเรื่องเชื้อจุลินทรีย์จากการที่ได้รับความร้อนตอนต้นและเจริญเติบโตได้ เนื่องจากการนำกลับมาใช้ในการผลิตที่ห้องคั้นใหม่ จะต้องทำการฆ่าเชื้อด้วยชุดพาสเจอร์ไรส์อีกครั้งหนึ่ง จึงปลอดภัยกับผลิตภัณฑ์และยังสามารถนำของเสียกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อีกด้วย

5.3 การปรับปรุงหลังจากติดตั้งอินเวอร์เตอร์ควบคุมความเร็วรอบของใบกวน

หลังจากที่ได้ทำการติดตั้งอินเวอร์เตอร์เพื่อควบคุมความเร็วรอบของใบกวนในถังผสมแล้ว พบว่าการดำเนินการติดตั้งอินเวอร์เตอร์นั้น สามารถลดปริมาณครีมที่เกิดขึ้นได้จริง ๆ แต่มีข้อจำกัดคือไม่สามารถปรับอินเวอร์เตอร์ให้มีความเร็วรอบต่ำจนถึงความเร็วรอบที่ 160 rpm ได้ เพราะการใช้งานอินเวอร์เตอร์ที่ความถี่ต่ำกว่า 30 Hz มีผลต่อโหลดการทำงานและการระบายความร้อนของมอเตอร์ อาจทำให้มอเตอร์ไม่สามารถระบายความร้อนได้เพียงพอและทำให้มอเตอร์เสียหายได้ แต่การปรับความถี่ของอินเวอร์เตอร์ที่ 30 Hz ก็สามารถลดปริมาณครีมที่เกิดขึ้นได้บางส่วนเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

- 1) บริษัท กรุนด์ฟอส (ประเทศไทย) จำกัด. Buffer Tank. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2562. จากเว็บไซต์ : th.grundfos.com/service-support/encyclopedia-search/buffer-tank.html
- 2) บริษัท เมริทเทค จำกัด. (2553). เครื่องกวนสาร Overhead Stirrer. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2562. จากเว็บไซต์ : www.merittech.co.th/index.php?lay=show&ac=cat_show_pro_detail&pid=195864
- 3) บริษัท อ้าพลพุดส์ โพรเซสซิง จำกัด. กะทิ UHT ขาวเกาะ. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2562. จากเว็บไซต์ : katichaokoh.com/product/กะทิ-uht-ขาวเกาะ
- 4) ผศ.ดร. พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (2553). ใบพัด (Propeller). สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2562. จากเว็บไซต์ : foodnetworksolution.com/wiki/word/0451/propeller-ใบพัด
- 5) ผศ.ดร. พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (2553). การสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2562. จากเว็บไซต์ : foodnetworksolution.com/wiki/word/0936/protein-denaturation-การสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน
- 6) ผศ.ดร. พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (2553). น้ำกะทิ. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2562. จากเว็บไซต์ : foodnetworksolution.com/wiki/word/3066/coconut-milk-น้ำกะทิ
- 7) ผศ.ดร. พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (2553). วิปครีม. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2562. จากเว็บไซต์ : foodnetworksolution.com/wiki/word/6566/whipped-cream-วิปครีม
- 8) ผศ.ดร. พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (2553). อุปกรณ์เข้ารหัสชนิดวัดความเร็ว. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2562. จากเว็บไซต์ : foodnetworksolution.com/wiki/word/7316/tachometer-อุปกรณ์เข้ารหัสชนิดวัดความเร็ว
- 9) Marina Murad. (2559). Emulsion. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2562. จากเว็บไซต์ : slideshare.net/marinamurad1/emulsion-67527895
- 10) Pakoengadm. (2560). 7 QC Tools. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2562. จากเว็บไซต์ : pakoengineering.com/blog/2017/เครื่องมือคุณภาพ-7-ชนิด-7-qc-tools
- 11) S.N. Raghavendra, K.S.M.S. Raghavarao. (2552). Effect of different treatments for the destabilization of coconut milk emulsion. Journal of Food Engineering 97 (2553), 341–347



ตารางบันทึกผลปริมาณครีมที่เกิดขึ้นในถังแต่ละใบ

วันที่	ชนิดถัง	ปริมาณครีม (ลิตร)
17/09/62	Mix 2	120
18/09/62	Mix 4	90
18/09/62	Buffer 2	140
18/09/62	Mix 5	320
20/09/62	Mix 5	340
20/09/62	Mix 4	20
20/09/62	Mix 4	20
20/09/62	Buffer 2	180
21/09/62	Mix 5	300
21/09/62	Mix 4	50
23/09/62	Buffer 1	60
25/09/62	Buffer 1	440
26/09/62	Buffer 1	370
28/09/62	Mix 3	20
28/09/62	Mix 1	130
30/09/62	Mix 1	800
30/09/62	Mix 2	20
3/10/62	Buffer 2	340
5/10/62	Buffer 1	360
7/10/62	Buffer 2	300
7/10/62	Mix 4	140
7/10/62	Buffer 2	600
7/10/62	Buffer 1	300
11/10/62	Mix 5	300
11/10/62	Buffer 2	120
12/10/62	Buffer 2	190
12/10/62	Mix 4	20

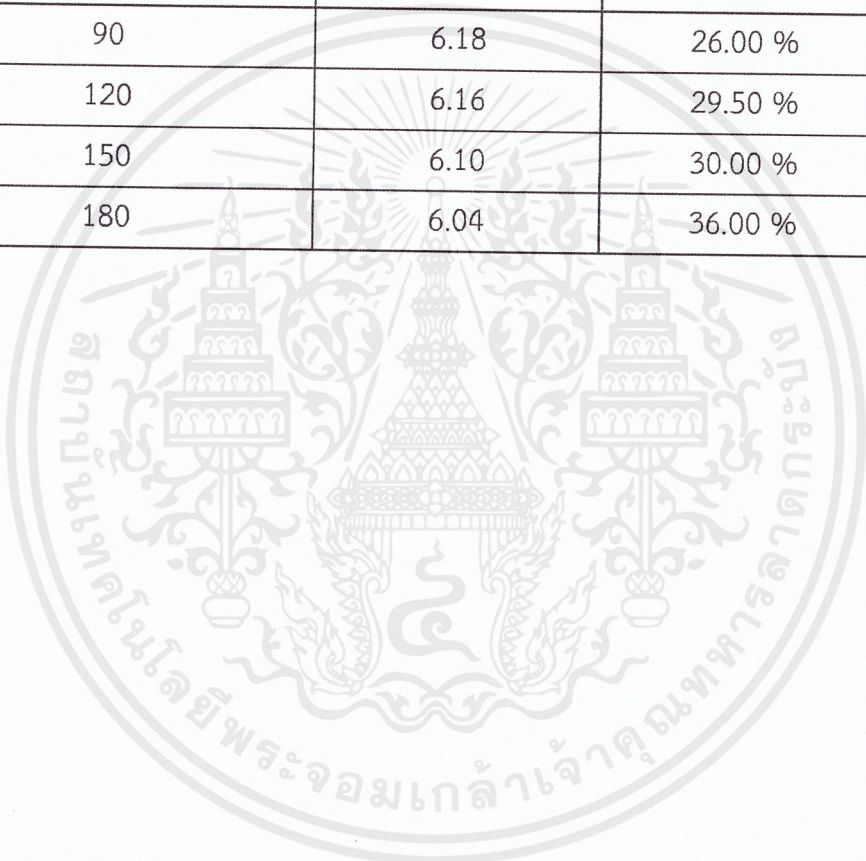
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่	ชนิดถัง	ปริมาณครีม (ลิตร)
21/10/62	Buffer 2	320
23/10/62	Mix 1	200
26/10/62	Buffer 2	900
29/10/62	Mix 1	400
30/10/62	Mix 2	400
4/11/62	Buffer 1	470
4/11/62	Mix 5	300
4/11/62	Mix 6	280
4/11/62	Mix 4	490



ตารางบันทึกผลการนำครีมกะทิมาวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 35 °C
และจับเวลาทำการวัดค่าคุณสมบัติต่าง ๆ ของกะทิ

ระยะเวลาเมื่อผ่านไป (นาที)	pH	%ไขมัน
0 (เริ่มต้น)	6.25	27.50 %
30	6.23	29.00 %
60	6.21	31.00 %
90	6.18	26.00 %
120	6.16	29.50 %
150	6.10	30.00 %
180	6.04	36.00 %



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายล่ำรุ่ง เหลืองกำจร

วัน เดือน ปีเกิด 19 กรกฎาคม พ.ศ.2541 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ที่อยู่ 357 หมู่บ้านศรีพงษ์3 ซ.ลาซาล46 ถนนสุขุมวิท105 ตำบล บางนา
อำเภอ บางนา จังหวัด กรุงเทพมหานคร 10260 โทร 09-6083-4589

ประวัติการศึกษา 2559 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอาหาร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

